



(12) **SØKNAD**

(19) NO

(21) **20131701**

(13) **A1**

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 1/20 (2006.01)

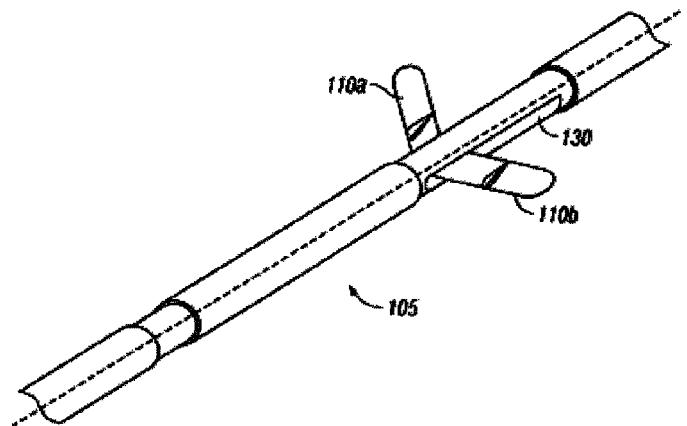
G01V 1/38 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20131701	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2013.12.18	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2013.12.18	(30)	Prioritet	2012.12.28, US, 61/746,676 2013.07.24, US, 14/044,203
(41)	Alm.tilgj	2014.06.30			
(73)	Innehaver	PGS Geophysical AS, Postboks 251 Lilleaker, 0216 OSLO, Norge			
(72)	Oppfinner	Rune Sindre Voldsbekk, 2. Strøm Terrasse 44, 3046 DRAMMEN, Norge			
(74)	Fullmektig	Acapo AS, Postboks 1880 Nordnes, 5817 BERGEN, Norge			

(54)	Benevnelse	System og fremgangsmåte for seismiske undersøkelser ved bruk av distribuerte kilder
(57)	Sammendrag	

Det er beskrevet stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter styreflater, samt tilhørende fremgangsmåter for bruk ved marine, geofysiske undersøkelser. En anordning for bruk under en marin geofysisk undersøkelse omfatter: stivt, forlenget geofysisk utstyr som har et forhold mellom lengde og en største dimensjon av bredde eller lengde på omkring 1000:1 eller mer, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret omfatter styreflater for styring av bevegelse av det stive, forlengede geofysiske utstyret når det slepes gjennom en vannmasse.



Kryssreferanse til relaterte søknader

For foreliggende søknad begjæres det prioritet fra provisorisk US-patent-søknad nummer 61/746.676, inngitt 28. desember 2012 med tittel «Steerable Rigid-Stem Survey Method and System», hvis beskrivelse i sin helhet herved inkorporeres ved referanse.

Bakgrunn

Foreliggende oppfinnelse vedrører generelt det området som gjelder marine undersøkelser. Mer spesielt angår foreliggende oppfinnelse, i én eller flere utførelsesformer, stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter styreflater, samt tilhørende fremgangsmåter for anvendelse til marine geofysiske undersøkelser.

Teknikker for marine undersøkelser innbefatter marine geofysiske undersøkelser, slik som seismiske undersøkelser og elektromagnetiske («EM») undersøkelser, hvor geofysiske data kan samles inn fra undersiden av jordens overflate.

Geofysiske undersøkelser har anvendelser ved leting etter og produksjon av mineraler og energi for å bidra til å identifisere steder med hydrokarbonholdige formasjoner. Visse typer marine geofysiske undersøkelser, slik som seismiske eller elektromagnetiske undersøkelser, kan innbefatte sleping av en energikilde ved en valgt dybde, vanligvis over havbunnen, i en vannmasse. Én eller flere geofysiske sensorstreamere kan slepes i vannet ved valgte dybder ved hjelp av det samme eller et annet fartøy. Streamerne er vanligvis kabler som innbefatter et antall sensorer anordnet på disse ved atskilte posisjoner langs lengden av kablen. Sensorene kan være utformet for å generere et signal som er relatert til en parameter som måles ved hjelp av sensoren. Ved valgte tidspunkter blir energikilden aktivert, for eksempel å generere seismisk energi eller EM-energi som forplanter seg nedover inn i undergrunnsbergartene. Energi som vekselvirker med grenseflater, vanligvis ved grenser mellom lag av bergartsformasjoner, kan returneres mot overflaten og detekteres av sensorene på streamerne. Den valgte energien kan brukes til å utlede visse egenskaper ved undergrunnsbergarten, slik som struktur, mineralsammensetning og fluidinnhold, for derved å fremskaffe informasjon som er nyttig ved utvinning av hydrokarboner.

Ved geofysiske undersøkelser er det geofysiske utstyret, slik som streamerne, vanligvis kabler som er lagret på en trommel. Streamerne er vanligvis sammensatt av flere komponenter, slik som elektriske ledere, fiberoptikk og organer for opptak av mekaniske spenninger, alle buntet sammen og dekket med en beskyttende ytre hud. Streamerne kan være opp til flere kilometer lange. En innføring er en annen vanlig del av geofysisk utstyr. Innføringen er typisk en kabel som forbinder streameren med

letefartøyet, og kan være lagret på en trommel, vanligvis den samme trommelen som streameren. For utplassering, opphenting og lagring av dette geofysiske utstyret, blir det vanligvis anvendt kabelhåndteringssystemer. Slike kabelhåndteringssystemer kan innbefatte en lagringstrommel i kombinasjon med skiver, blokker og annet dreiningsutstyr hvor det skjer en mindre endring av kabelretningen. Tromler, ofte med en liten diameter, kan brukes til å ta av individuelle seksjoner av streameren for reparasjon eller utskifting. Under drift holder én av tromlene tilbake spenningen i den utplasserte kabelen med sitt dreiemoment. For å unngå belastningskonsentrasjon på kabelen, kan det være gunstig å ha mange kabelviklinger inne i trommelen mens det påføres kraft. Den indre trommelen som er lagringstrommelen, blir derfor ofte brukt til å holde igjen strekkspenningen.

Trommelen forårsaker en rekke restriksjoner og kostbare egenskaper for det geofysiske utstyret, spesielt i forbindelse med stive elementer slik som kopplingsanordninger, elektronikkhus og avstandsholdere for sensorer. Streameren bør for eksempel vanligvis være i stand til å håndtere store deformasjoner som et resultat av lagring på tromlene, noe som begrenser tilgjengelige alternativer for den ytre huden til streameren. Valgmuligheter for behandling av det geofysiske utstyret for reduksjon av slepemotstand og begroing kan følgelig være begrenset. Visse geofysiske utstyrstyper slik som gelfylte kabler, kan i tillegg påføres store, uønskede deformasjoner av form på grunn av lagring på trommelen, noe som hindrer gjenbruk av disse. Av forskjellige grunner kan noen av komponentene i det geofysiske utstyret være på utsiden av kabelen og festet via forbindelsespunkter til utsiden. Disse ytre komponentene kan vanligvis ikke festes til kabelen før kabelen er viklet av trommelen under utplassering. For å redusere kompleksiteten i forbindelse med denne festeprosessen, har det vært et pågående arbeid med å plassere disse komponentene inne i den ytre huden til kabelen. Plassering av utstyr inne i den ytre huden er dermed ikke alltid praktisk ettersom tilpasning av en løsning for inkorporering av disse komponentene i kabelen som blir viklet på en trommel kan være utfordrende.

I noen tilfeller kan det være ønskelig å styre posisjonen til dette geofysiske utstyret, slik som innføringer og streamere, både i den vertikale og den laterale retningen. Styring av posisjon kan være ønskelig av et antall forskjellige grunner, innbefattende støyreduksjon, effektiv sleping, gruppenøyaktighet og dybde/dobbelt-ekko-nøyaktighet. Styring av rotasjonen til det geofysiske utstyret kan også være nyttig i forbindelse med visse anvendelser. For posisjonsstyring og/eller rotasjon er det blitt brukt vinger. Vingene kan typisk monteres på det geofysiske utstyret ved utplassering og tas av under opphenting. Selv om vingene kan brukes til posisjons-

og/eller rotasjonsstyring, kan bruken av disse ha ulemper. For eksempel kan innplassering av vinger i streamerne forårsake økt støy. Ettersom streamerne vanligvis kan være myke, elastiske konstruksjoner slik som kabler, vil spesielt den laterale kraften fra vingene forårsake generering av støy ved deformasjon på grunn av tverrstrømninger forårsaket av deformasjoner ved skjæringen mellom vingene og streameren. En annen ulempe som kan oppstå i forbindelse med vinger, er eksponering for marin begroing i vannet som kan forårsake økt slitasje og redusere levetiden. Nok en annen ulempe som kan forbindes med vinger, er økt arbeidsbelastning for mannskaper og farlige operasjoner som krever manuelle inngrep ved utplassering og opphenting for montering og fjerning av vingene. Ytterligere plass kan også være nødvendig på fartøyet for separat vingelagring.

Det er følgelig behov for utstyr som kan ha posisjons- og/eller rotasjonsstyring.

15 Kort beskrivelse av tegningene

Disse tegningene illustrerer visse aspekter ved noen av utførelsesformene av foreliggende oppfinnelse og skal ikke brukes til å begrense eller definere oppfinnelsen.

Figur 1 illustrerer vikling av geofysisk utstyr på en trommel.

Figur 2 illustrerer vikling av en kabel som omfatter stivt, forlenget geofysisk utstyr, på en trommel i samsvar med et utførelseseksempel.

Figur 3 illustrerer et utførelseseksempel på et marint, geofysisk undersøkelsessystem som bruker en stiv sensorstreamer.

Figur 4 illustrerer et utførelseseksempel på et marint, geofysisk undersøkelsessystem som bruker en stiv innføring.

Figur 5 illustrerer et annet utførelseseksempel på et marint, geofysisk undersøkelsessystem som benytter en stiv innføring og en stiv sensorstreamer.

Figurene 6 og 7 illustrerer et utførelseseksempel på stivt, forlenget geofysisk utstyr som har vinger.

Figurene 8 og 9 illustrerer et annet utførelseseksempel på stivt, forlenget geofysisk utstyr som har vinger.

Figur 10 illustrerer et utførelseseksempel som benytter vinger til å styre rotasjon av et segment av det stive, forlengede geofysiske utstyret.

Figurene 11-13 illustrerer utførelseseksempler på forskjellige vingeutforminger for bruk på stivt, forlenget geofysisk utstyr.

Figurene 14-17 illustrerer utførelseseksempler på bruk av en hylse til å regulere vingeinkel.

Figur 18 illustrerer et utførelseseksempel på stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter et balanseror.

Figur 19 illustrerer et utførelseseksempel på stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter en ballasttank.

5 Figur 20 illustrerer en stiv stammeenhet som har den fleksible forbindelsen mellom stive stammer i en åpen posisjon, i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

Figurene 21A til 21C illustrerer stive stammer som har forskjellige tverrsnitt i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse.

10 Figurene 22 og 23 illustrerer utplassering av en stiv stammeenhet fra et letefartøy hvor en avspenningsanordning holder den stive stammeenheten i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

15 Figur 24 illustrerer bruk av en stammeskjøt til å lukke den fleksible forbindelsen mellom tilstøtende stive stammer i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

Figur 25 illustrerer et annet utførelseseksempel som benytter en stammeskjøt for å lukke den fleksible forbindelsen mellom tilstøtende stive stammer.

20 Figurene 26 og 27 illustrerer bruk av en låsetapp til å lukke den fleksible forbindelsen mellom tilstøtende stive stammer, i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

Figurene 28 og 29 illustrerer bruk av en utstrekkelig stav til å lukke den fleksible forbindelsen mellom tilstøtende stive stammer i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

25 Figurene 30 og 31 illustrerer bruk av en utstrekkelig stav med et stopphengsel for å lukke den fleksible forbindelsen mellom tilstøtende stive stammer i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

Figurene 32 og 33 illustrerer bruk av et beskyttende deksel over den fleksible forbindelsen i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

30 Figurene 34 og 35 illustrerer bruk av et beskyttende deksel til å lukke den fleksible forbindelsen i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

Figurene 36 og 37 illustrerer sammenkopling av to stive stammeenheter i samsvar med utførelseseksempler på foreliggende oppfinnelse.

35 Figurene 38 og 39 illustrerer et utførelseseksempel på stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter avstandsholdere som kan være innrettet i en stiv linje for å tilveiebringe stivhet.

Figur 40 illustrerer et konvensjonelt seismisk undersøkelsessystem.

Detaljert beskrivelse

Foreliggende oppfinnelse vedrører generelt det området som gjelder marine undersøkelser. Mer spesielt angår foreliggende oppfinnelse, ifølge én eller flere utførelsesformer, stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter styreflater og tilhørende fremgangsmåter for anvendelse i forbindelse med marine geofysiske undersøkelser.

Utførelsesformer av det stive, forlengede geofysiske utstyret kan omfatte styreflater som muliggjør styring av det geofysiske utstyret. Styreflatene kan for eksempel være utformet for å muliggjøre styring av et spesielt geofysisk instruments dybde og/eller laterale posisjonering. Som et ytterligere eksempel kan styreflatene være utformet for å muliggjøre rotasjonsmessig styring av det geofysiske instrumentet. Styreflatene kan dessuten gjøre det mulig for det stive, forlengede geofysiske utstyret å utføre en ønsket bevegelse mens det befinner seg i vannet, slik som en bølgebevegelse, en oppdykking, en neddykking, en berging eller opphenting. Eksempler på egnede styreflater innbefatter, men er ikke begrenset til, vinger, balanseror og andre ror, blant mange andre. Utførelsesformer av styreflatene kan koples på det geofysiske utstyret ved utplassering eller kan være tilbaketrekkbart.

Styreflatene kan brukes i forbindelse med en hvilken som helst av en lang rekke forskjellig stivt, forlenget geofysisk utstyr som har et forhold mellom lengde og største breddedimensjon og høyde (diameter for et sylinderformet instrument) på omkring 1000:1 eller mer. Et stivt, forlenget geofysisk instrument som for eksempel har en maksimal bredde og høyde på omkring 100 millimeter, kan ha en lengde på minst omkring 100 meter, et som har en maksimal bredde og høyde på omkring 75 millimeter kan ha en lengde på minst omkring 75 meter, eller et som har en maksimal bredde og høyde på omkring 25 millimeter, kan ha en lengde på minst omkring 25 meter. I noen utførelsesformer kan den største dimensjonen av bredden og høyden til det stive, forlengede geofysiske instrumentet utgjøre omkring 25 millimeter eller mer i gjennomsnitt. I noen utførelsesformer kan det stive, forlengede geofysiske instrumentet ha en lengde i et område på fra for eksempel 200 meter til omkring 2000 meter eller lenger. I noen utførelsesformer kan lengden på det stive geofysiske instrumentet ha en lengde som er opp til omkring 16000 meter, som for eksempel kan brukes ved slepedybder på fra noen få til mange hundre meter.

Det stive, forlengede geofysiske utstyret (når det er montert og i drift) er karakterisert som stivt ved at det har en bøynings-, torsjons- og/eller linjestivhet som kan opprettholdes over betydelige lengder, for eksempel opp til omkring 10 meter, omkring 50 meter, omkring 100 meter eller enda lengre. Utførelsesformer av det stive, forlengede geofysiske utstyret kan være kjennetegnet som stivt over en lengde på omkring 25 meter eller lenger, hvor det geofysiske instrumentet har en minste

bredder eller høyde på omkring 1 meter eller mindre. Det stive, forlengede geofysiske utstyret kan innbefatte noen av en lang rekke forskjellige utstyrskomponenter som kan benyttes i forbindelse med seismiske, elektromagnetiske eller andre typer marine undersøkelser, hvor en sensor eller en annen måleanordning kan brukes til å samle inn data mens den blir slept gjennom en vannmasse. Det stive, forlengede geofysiske utstyret kan for eksempel brukes i forbindelse med en lang rekke forskjellige typer marine undersøkelser som bruker slepte sensorer, slik som akustiske sensorer, bevegelsessensorer, EM-sensorer, sonar eller andre egnede sensorer for marine undersøkelser. I alle disse anvendelsene kan det stive, forlengede geofysiske utstyret fortrinnsvis benyttes i forbindelse med den stive stammeenheten i stedet for konseptet med en slept samlelabel som kan kveiles opp, som tidligere er blitt brukt. Eksempler på passende stivt, forlenget geofysisk utstyr innbefatter, men ikke er begrenset til, sensorkabler, innføringer og slepte geofysiske kilder. Sensorstreamere kan være langstrakt utstyr som kan innbefatte et antall geofysiske sensorer anordnet på dette ved atskilte posisjoner. Innføringer kan være langstrakt utstyr brukt til å slepe geofysiske instrumenter slik som sensorstreamere og geofysiske kilder fra et letefartøy. Slepte geofysiske kilder kan være et instrument slept fra et letefartøy, og som kan aktiveres for å generere, for eksempel seismisk energi eller elektromagnetisk energi.

I noen utførelsesformer kan det stive, forlengede geofysiske instrumentet omfatte et antall sammenkoblede stive stammer. De stive stammene kan sammenstilles på et letefartøy for å danne den ene eller de flere stive stammeenheter som kan utplasseres i vannet. I alternative utførelsesformer kan det stive, forlengede geofysiske instrumentet omfatte et antall avstandsholdere som kan være innrettet i en stiv linje for å tilveiebringe stivhet til det geofysiske instrumentet. Komponenter, slik som elektriske eller optiske ledere, geofysiske sensorer og annen elektronikk, kan være anordnet i det geofysiske utstyret, for eksempel i de stive stammene. Styreflater (slik som vinger, balanseror, ror, osv.) kan være innbefattet på det geofysiske utstyret for styring eller regulering av for eksempel rotasjon. Det stive, forlengede geofysiske instrumentet kan ha et rundt tverrsnitt eller ha andre tverrsnittformer, slik som vingeformet tverrsnitt for lav slepemotstand eller usymmetrisk tverrsnitt for optimalisering av egenskaper eller respons. Det stive geofysiske instrumentet kan for eksempel ha et ovalt, sirkulært, rektangulært, kvadratisk, femkantet, annet flerkantet, vingeformet eller ikke-symmetrisk formet tverrsnitt.

I motsetning til kabler og konstruksjoner som er blitt brukt tidligere som innføringer og streamere, vil det stive, forlengede geofysiske utstyret under den operasjonsmessige konfigurasjonen vanligvis ikke danne kjedenedheng,

sinusformede, hyperbolskformede eller paraboliskformede krumninger over i det minste deler av lengden, men vil i stedet vanligvis oppvise elastisk oppførsel med deformasjon i likhet med deformasjon av bjelker. Utførelsesformer av det stive, forlengede geofysiske utstyret når det er montert, kan ikke lagres og utplasseres fra en trommel, men kan i stedet benytte et bevegelig eller fiksert festepunkt for utplassering fra et letefartøy. Festepunktet kan holde utførelsesformer av det stive, forlengede geofysiske utstyret ved hjelp av friksjon (for eksempel hjulpar) eller for eksempel en ring. I alternative utførelsesformer kan det stive, forlengede geofysiske instrumentet ha en variabel stivhet som kan aktiveres etter utplassering i vannet.

Instrumentet med variabel stivhet kan ha en lagringsbar utforming hvor instrumentet er fleksibelt og har en arbeidskonfigurasjon hvor instrumentet er stivt. Det stive, forlengede geofysiske instrumentet kan for eksempel ha en lagringsbar utforming hvor instrumentet kan utplasseres og lagres på en trommel om bord på for eksempel et letefartøy. Etter utplassering i vannet kan streameren for eksempel endres fra den lagringsbare utformingen til den operative utformingen. Den geofysiske undersøkelsen kan så utføres med streameren i den operative utførelsesformen.

I noen utførelsesformer kan det stive, forlengede geofysiske instrumentet (når det er montert og i drift) ha en bøyestivhet på 700 Newton-kvadratmeter («Nm²») eller mer over betydelige lengder (for eksempel over omkring 25 meter eller mer).

Det stive, forlengede geofysiske instrumentet kan for eksempel ha en bøyingsstivhet på 700 Nm² over hovedsakelig sin hele lengde. Stivheten på 700 Nm² svarer til en stivhet i en utkraget bjelke med lengde 1 meter som er festet i en ende og har en belastning på 1 Newton i den andre, og som deformeres omkring 0,5 mm under belastningen. Dette svarer til et aluminiumsrør (med elastisitetsmodul på 70 GPa) med en ytre diameter på 2 tommer og en tykkelse på 0,02 mm, et stålrør (med elastisitetsmodul på 210 GPa) med en ytre diameter på 2 tommer og en tykkelse på 0,03 mm eller en sirkulær stav med en elastisitetsmodul på 2 GPa. Hvert av disse elementene, det vil si aluminiumsrøret, stålrøret og den sirkulære staven, er eksempler på elementer med en bøyingsstivhet på 700 Nm². En ytre diameter på 2 tommer krever vanligvis en deformasjon på 5% for å bli viklet på en 2 meters trommel, noe som er vanskelig for de fleste materialer. Stivere materialer kan deformeres maksimalt 0,1% eller i ekstreme tilfeller 1% slik at de ikke kan vikles på en trommel uten å bli viklet i en ledning eller samlekabel. Materialer med lavere styrke kan kunne deformeres, men vil da være for myke for å muliggjøre bøyning.

Utførelsesformer av det stive, forlengede geofysiske instrumentet (når det er sammenstilt og under drift) kan ha en stivhet som gjør det vanskelig å vikle instrumentet på eller av en trommel. Stivheten vil generelt frembringe en bøyearm for

instrumentet når det vikles på eller av. Denne avstanden multiplisert med strekkspenningen kan frembringe den belastningen (kjent som «kritisk last») som det stive, forlengede geofysiske instrumentet bærer i tverrsnittet ved det første kontaktpunktet med trommelen. Kontaktpunktet kan være ved eller foran det tangentielle punktet mellom trommelen og det stive, forlengede geofysiske instrumentet, hvor det tangentielle punktet svarer til ingen stivhet i det stive, forlengede geofysiske instrumentet og en bøyearm lik null. Figurene 1 og 2 illustrerer vikling av et geofysisk instrument 1 på en trommel 2. Bøyearmen er representert på figur 1 ved hjelp av en pil 3. Inntaksspenningen er representert ved en pil 4. Dreiemomentet er representert ved en pil 6. Som vist, har det geofysiske instrumentet 1 et belastet tverrsnitt 7, som er det første kontaktpunktet med trommelen 2 og som overfører den ovenfor beskrevne kritiske lasten. Selv om det geofysiske instrumentet 1 som er vist på figur 1 kan ha en viss bøyningstivhet, kan det fremdeles vikles på trommelen 2. I den utførelsesformen som er vist på figur 2, kan det geofysiske instrumentet 1 videre inneholde et stivt legeme 8 som frembringer en bøyningbegrensning ved vikling på trommelen 2.

Utstyr som tidligere er brukt ved marine undersøkelser, har vanligvis flere bidragsyttere til bøyearmen. Sensorstreamere kan for eksempel ha forsterkere, koplingsanordninger, sensorhus og lignende som kan bidra til bøyearmen. Bøyningbegrensere kan også være plassert i endene for å beskytte de innenfor liggende ledningene, noe som kan bidra til bøyearmen. Innføringer kan også ha flere forskjellige bidragsyttere til økt bøyearm, innbefattende armerte samle kabler slik som gelfylte, mykt forstivede eller lignende, og virkelige faststoffer slik som nylon, polyuretan eller blandinger av disse. For tidligere utstyr som ble brukt i marine seismiske undersøkelser, har bøyearmen vært mindre enn 0,3 meter under en belastning på 3 kiloNewton («kN»). Noen typer vil ha nesten den samme bøyearmen for forskjellige belastninger (typisk hengselskjøter og stive legemer), andre vil deformeres meget under økende belastning og dermed redusere bøyearmen (mens belastningen går opp), men alle materialer har begrenset stivhet og har en viss deformasjon selv om deformasjonen kan være meget vanskelig å detektere. Utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse kan brukes i forbindelse med stivt, forlenget geofysisk utstyr (når det er montert og i drift) med høyere stivhet enn 700 Nm^2 . Dette er stivere enn annet kabel- eller streamerbasert utstyr som hittil er blitt brukt, og bøyearmen kan følgelig bli større enn 0,3 meter. Det stive, forlengede geofysiske utstyret kan dermed være i fare for å bli skadet eller permanent deformert når det utsettes for 3 kN eller mer, og dermed kan vinsjing ikke være noen god håndteringsmetode for visse utførelsesformer.

Figur 3 illustrerer et marint geofysisk undersøkelsessystem 5 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. I den illustrerte utførelsesformen kan systemet 5 innbefatte et letefartøy 10 som beveger seg langs overflaten av en vannmasse 15, slik som en innsjø eller et hav. Letefartøyet 10 kan innbefatte utstyr, vist generelt ved 20 og kollektivt referert til i det følgende som et «registreringssystem». Som et eksempel kan registreringssystemet 20 innbefatte én eller flere anordninger (ingen vist separat) for å bestemme den geodetiske posisjonen til letefartøyet 10 (for eksempel en mottaker for å motta signaler fra satellitter som inngår i et globalt posisjonsbestemmelsessystem), bestemmelse og fremskaffelse av en tidsindeksert registrering av signaler som genereres av hver av et antall geofysiske sensorer 25, og/eller for aktivering av én eller flere energikilder 30 ved valgte tidspunkter.

Letefartøyet 10 eller et annet fartøy (ikke vist) kan slepe en kildekabel 35 som innbefatter én eller flere energikilder 30. Som vist, kan energikildene 30 slepes over vannbunnen 40, hvor energikildene 30 er frikoplet fra vannbunnen 40. I noen utførelsesformer (ikke vist) kan én eller flere av energikildene 30 være montert til skroget på letefartøyet 10. Energikildene 30 kan være en hvilken som helst selektiv aktiverbar kilde som er egnet for undersjøiske geofysiske undersøkelser, innbefattende, men ikke begrenset til, seismiske luftkanoner, vannkanoner, vibratorer, EM-sendere eller grupper med slike anordninger. Når energi blir utsendt av energikildene 30, forplanter den seg nedover gjennom vannmassen 15 og bergartsformasjoner 45 under vannbunnen 40. Det skal bemerkes at selv om det foreliggende eksemplet bare viser to energikilder 30, kan oppfinnelsen anvendes i forbindelse med et hvilket som helst antall energikilder som slepes av letefartøyet 10 eller et annet fartøy.

Det geofysiske undersøkelsessystemet 5 kan innbefatte stivt, forlenget geofysisk utstyr, slik som en stiv sensorstreamer 50 slept av letefartøyet 10 (eller et annet fartøy). Som vist, kan den stive sensorstreameren 50 innbefatte geofysiske sensorer 25 ved atskilte posisjoner. I den viste utførelsesformen kan den stive sensorstreameren 50 for eksempel være dannet ved å kople sammen et antall stive streamerstammeenheter 55 ende mot ende. Som vist, kan to stive streamerstammeenheter 55 være koplet ende mot ende, for eksempel ved et forbindelsespunkt eller en streamerstammeskjøt 65. Det er tenkt at mer enn to stive streamerstammeenheter 55 kan brukes i utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Hver av de stive streamerstammeenhetene 55 kan omfatte et antall sammenkoplede stive streamerstammer 60. Streamerstammeskjøtene 65 kan være anordnet ved forbindelsen mellom tilstøtende stive streamerstammer 60 for mekanisk sammenføyning av de tilstøtende stive streamerstammene 60. Selv om det ikke er vist, behøver en

streamerstammeskjøt 65 ikke å være brukt, i noen utførelsesformer kan det for å kople sammen minst ett par med tilstøtende stive streamerstammer 60 etterlates en åpen skjøt. Som tidligere nevnt kan visse komponenter (for eksempel ledere, geofysiske sensorer 25, og annen elektronikk) være anordnet i de stive streamerstammene 70. Sensorer slik som bevegelsessensorer, kan for eksempel være anordnet inne i de stive streamerstammene 60 hvor avføling av vannbevegelse i forhold til streameren 50 er den bevegelsen som avføles av de stive streamerstammene 60. Som et ytterligere eksempel kan kanaler eller andre membraner (ikke vist) være anordnet i de stive streamerstammene 60 for geofysiske sensorer, slik som hydrofoner som mottar trykksignaler fra vannmassen 15. En innføring 70 kan forbinde streameren 50 letefartøyet 10. I den viste utførelsesformen kan innføringen 70 omfatte en kabel.

Selv om det foreliggende eksemplet viser bare én streamer 50, kan oppfinnelsen anvendes i forbindelse med et hvilket som helst antall lateralt og/eller vertikalt atskilte streamere slept av letefartøyet 10 eller et annet fartøy. I noen utførelsesformer kan for eksempel åtte eller flere streamere slepes av letefartøyet 10, mens opp til tjueseks eller flere streamere kan slepes av letefartøyet 10 i andre utførelsesformer. Ved sleping av mange streamere (slik som streameren 50 på figur 3) som inneholder de stive streamerstammeenhetene 55, kan streamerne fortrinnsvis holdes ved uavhengige posisjoner både lateralt og vertikalt (i forhold til slepebanen). Én av streamerne kan for eksempel holdes ved eller nær overflaten, mens andre streamere kan være posisjonert dypere i vannmassen 15. I noen utførelsesformer kan streameren 50 slepes ved en dybde på opp til omkring 25 meter. I alternative utførelsesformer kan streameren 50 slepes ved en større dybde enn den som vanligvis anvendes i forbindelse med seismiske undersøkelser. Streameren 50 kan for eksempel slepes ved en dybde på opp til omkring 50 meter eller mer.

De geofysiske sensorene 25 kan være av en hvilken som helst type som er kjent på området. Ikke-begrensende eksempler på slike sensorer kan innbefatte seismiske sensorer slik som geofoner, hydrofoner eller akselerometre, eller EM-feltsensorer, slik som elektroder eller magnetometre. Ytterligere eksempler på sensorer kan innbefatte dybdesensorer, akustiske transpondere og transdusere. I den illustrerte utførelsesformen er de geofysiske sensorene 25 innbefattet i de stive streamerstammene 60. De geofysiske sensorene 25 kan for eksempel generere responssignaler, slik som elektriske eller optiske signaler, som reaksjon på detektering av energi utsendt fra den ene eller de flere energikildene 25 etter at energien har vekselvirket med bergartsformasjonene (ikke vist) under vannbunnen. Signaler

generert av de geofysiske sensorene 25 kan kommuniseres til registreringssystemet 20.

Selv om det ikke er vist på figur 3, kan ytterligere sensorer, aktuatorer, trans-
 dusere og annen elektronikk (for eksempel tanker, batterier osv.) også være inn-
 befattet i de stive streamerstammene 60. Eksempler på sensorer (for eksempel den
 5 geofysiske sensoren 25 på figur 1) som kan være inkorporert, innbefatter lyd/trykk-
 sensorer, bevegelsessensorer (fart, hastighet og/eller akselerasjon), EM-sensorer,
 magnetisme (for eksempel kompass), trykksensorer, dybdesensorer, helnings-
 sensorer, strekksensorer, overflate- eller bunnekkosensorer/kartleggere blant andre.
 10 I noen utførelsesformer kan én eller flere aktuatorer være innbefattet i de stive
 streamerstammene 60. Eksempler på aktuatorer kan innbefatte styreflater, ballast-
 tanker, åpninger, deksler/lokk og forbindelsespunkter blant andre. Styreflater (slik
 som vinger, ror osv.) for styring eller regulering av rotasjonsmessig posisjon kan for
 eksempel brukes. Som tidligere nevnt kan styreflaten virke til å tilveiebringe dybde-
 15 og/eller lateral styring av de stive streamerstammene 60. Styreflatene kan videre
 gjøre det mulig for de stive streamerstammene 60 å utføre en ønsket bevegelse i
 vannet, slik som en bølgebevegelse, dykking opp til overflaten, dykking, redning eller
 opphenting. Ballasttanker kan også være innbefattet som kan tillate de stive
 streamerstammene 60 å forbli ved en viss dybde, dykke opp til overflaten eller kom-
 20 pensere for vanninntrenging, slik som ved gassfylling av et oversvømt kammer i den
 stive streamerstammen 60. Det kan også være anordnet åpninger for tilgang til
 sensoroverflater, ballast og/eller tyngde/masse-punktmanipulering. Forbindelses-
 punkter som kan åpnes og/eller lukkes, kan også være tilveiebragt i de stive
 streamerstammene 60, slik som ventiler eller åpninger for matings- eller overførings-
 25 ledninger. Deksler/lokk som kan åpnes og/eller lukkes, kan også være anordnet,
 som kan muliggjøre rengjøring og/eller strømlinjet håndtering for eksempel.

Selv om figur 3 illustrerer bruken av stivt, forlenget geofysisk utstyr som en
 sensorstreamer (for eksempel den stive sensorstreameren 50), kan utførelsesformer
 innbefatte bruken av annet stivt, forlenget geofysisk utstyr, slik som for eksempel
 30 innføringer og slepte geofysiske kilder. Figur 4 illustrerer en alternativ utførelsesform
 av det marine seismiske undersøkelsessystemet 5 som benytter en stiv innføring 75.
 I den viste utførelsesformen omfatter den stive innføringen 75 et antall sammen-
 koblede stive innføringsstammer 80. Som vist, kan de stive innføringsstammene 80
 være forbundet ende mot ende, for eksempel ved hjelp av innføringsstammeskjøter
 35 85. Den stive innføringen 75 kan for eksempel brukes til å utplassere sensor-
 streameren 90 fra letefartøyet 10 og til å holde sensorstreameren 90 ved en valgt
 avstand bak letefartøyet 10. I den viste utførelsesformen omfatter sensorstreameren

90 en kabel 95 med geofysiske sensorer 25 anordnet på denne ved atskilte posisjoner.

Figur 5 illustrerer en alternativ utførelsesform av det marine seismiske undersøkelsessystemet 5, som omfatter en stiv streamer 50 utplassert bak et letefartøy 10 ved å bruke en stiv innføring 75. Som vist, kan den stive streameren 50 være dannet ved å kople sammen to stive streamerstammeenheter 55 ende mot ende i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. I den illustrerte utførelsesformen kan den stive streameren være forbundet med letefartøyet 10 ved hjelp av en stiv innføring 75, som kan omfatte sammenkoblede stive innføringsstammer 80, som vist på figur 4. Et fleksibelt koplingselement 100 kan for eksempel forbinde den stive innføringen 75 med den stive streameren 50, slik at den stive streameren 50 kan strekke seg i en annen retning i vannmassen 15 enn den stive innføringen 75. I noen utførelsesformer kan det fleksible koplingselementet 100 tilveiebringe passiv eller aktiv styring av vinkelen mellom den stive innføringen 75 og den stive streameren 50, og den aktive styringen kan benytte fjernstyrte aktuatorer slik vanlig fagkyndige på området vil forstå etter å ha satt seg inn i denne beskrivelsen.

Som tidligere nevnt, omfatter utførelsesformer av det stive, forlengede geofysiske utstyret styreflater (slik som vinger, balanseror, ror, osv.) for styring eller regulering av for eksempel rotasjon. Figur 6 illustrerer et stivt, forlenget geofysisk utstyr 105 som omfatter vinger 110a, 110b. Som illustrert, kan utstyret 105 omfatte en stiv stamme 115 som omfatter et stammelegeme 120. Vingene 110a, 110b kan strekke seg fra stammelegemet 120 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Som vist, kan det stive, forlengede geofysiske utstyret for eksempel slepes i eller nær horisontalplanet. Strømningsretningen er illustrert på figur 6 ved hjelp av en pil 125. For utførelsesformer hvor det for eksempel brukes en innføring, kan den laterale vinkelen α mellom den stive stammen 115 og strømningsretningen 125 være liten nær banen til letefartøyet 10 og større for ytre innføringer med en lateral vinkel α på opp til omkring 60° eller mer i noen utførelsesformer.

Som vist, kan én av vingene 110a, 110b strekke seg oppover (det vil si bort fra vannbunnen 40) fra stammelegemet 120, og én av vingene 110a, 110b kan strekke seg nedover (det vil si mot vannbunnen 40) fra stammelegemet 120. I den viste utførelsesformen kan vingene 110a, 110b være utformet for å tilveiebringe for eksempel lateral kraft, for å plassere det stive streamerinstrumentet 105 i en valgt lateral posisjon. I utførelsesformer av innføringene kan det stive streamerutstyret 105 brukes til å anbringe de fremre endene av den slepte sensorstreameren (for eksempel sensorstreameren 90 på figur 4) i en valgt lateral posisjon. I noen

utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være tilbaketrekkbare. Vingene 110a, 110b kan for eksempel foldes inn i det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Ved å kunne folde ut vingene 110a, 110b til en åpen posisjon, kan det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 aktiveres for løft etter utplassering. I noen utførelsesformer kan vingene 110a, 110b foldes ut etter utplassering i vannmassen 15 for å bevege seg inn i den valgte laterale posisjonen. I noen utførelsesformer kan stammelegemet 120 ha et vingehulrom 130 for å motta vingene 110a, 110b. I en lukket utførelsesform kan vingene 110a, 110b holdes sammen og lagres i vingehulrommet 130. For å åpne og lukke vingene 110a, 110b kan en hvilken som helst av en rekke forskjellige og egnede teknikker brukes. I noen utførelsesformer kan en vingedekkende stammehylse 135 dekke vingene 110a, 110b og holden dem i vingehulrommet 130. I alternative utførelsesformer kan vingene 110a, 110b åpnes ved å bruke hengsler eller skjøter (ikke vist) som kan være automatiske eller drevet manuelt, i kombinasjon med fjærer (ikke vist) eller forspenning av vingene 110a, 110b.

Den vingedekkende stammehylsen 135 kan være anordnet over i det minste en del av stammelegemet 120 og være glidbart bevegelig på stammelegemet 120. Den vingedekkende stammehylsen 135 kan for eksempel være utformet for bevegelse på stammelegemet 120 og avdekke vingene 110a, 110b. En gjenget skrue eller en annen egnet mekanisme (ikke vist) kan brukes til å drive den vingedekkende stammehylsen 135. I noen utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være forspent, for eksempel ved hjelp av en fjær (ikke vist), slik at avdekking av vingene 110a, 110b får vingene 110a, 110b til å åpne seg. For å lukke vingene 110a, 110b kan den vingedekkende stammehylsen 135 føres tilbake over vingene 110a, 110b for å få vingene til å folde seg tilbake inn i vingehulrommet 130. Den stive stammen 115 kan videre omfatte en vingehulromstammehylse 140 anbragt over i det minste en del av stammelegemet 120 og glidbart bevegelig på stammelegemet 120. Vingehulromstammehylsen 140 kan beveges for å dekke vingehulrommet 130, for eksempel for å hindre slepemotstand forårsaket ved å ha en åpning i den stive stammen 115. Den vingedekkende stammehylsen 135 og vingehulromstammehylsen 140 kan ha samme form som stammelegemet 120, for eksempel for å redusere slepemotstand av den stive stammeenheten 220. Ved å dekke vingene 110a, 110b med en stammehylse 135 som har nesten samme form som stammelegemet 125 selv, kan glattheten til vingeområdet forbli intakt når vingene 110a, 110b er i lukket posisjon. På denne måten kan en nesten identisk diameter og overflatetekstur bevares i den lukkede posisjonen mens vingene 110a, 110b er skjult og beskyttet i vingehulrommet 130. Når de er trukket tilbake i vingehulrommet 130, kan følgelig vingene 110a, 110b ikke skape noen ekstra slepemotstand sammenlignet med

konvensjonelle vinger som kan skape betydelig slepemotstand selv når de ikke blir brukt til å frembringe hydrodynamisk løft.

I alternative utførelsesformer (ikke vist) kan vingene 110a, 110b monteres på stammelegemet 120 ved utplassering fra letefartøyet 10 og fjernes fra stammelegemet 120 ved opphenting fra vannmassen 15. Vingene 110a, 110b kan for eksempel monteres på stammelegemet 120 ved hjelp av et snappfeste (ikke vist) eller en annen egnet forbindelsesmekanisme. Vingene 110a, 110b som kan trekkes tilbake, kan fortrinnsvis være montert i den stive stammen, ettersom de ikke krever noen manuell inngripen ved utplassering eller opphenting på letefartøyet (for eksempel letefartøyet 10 på figur 3). På denne måten kan arbeidsbelastningen på mannskapet og farlige operasjoner reduseres ved bruk av vingene 110a, 110b som er tilbaketrekkbare. Vingene 110a, 110b som er tilbaketrekkbare, behøver i tillegg ikke å kreve separat lagringsplass på letefartøyet.

Vingene 110a, 110b kan være montert på stammelegemet 120 slik at vingene 110a, 110b strekker seg ved en vinkel β fra vertikalen i forhold til strømningsretningen 125. På denne måten kan vingene 110a, 110b tilveiebringe lateralt løft når de beveger seg gjennom vannmassen 15. Vingene 110a, 110b kan for eksempel ha en vinkel β mindre enn omkring 90° , alternativt mindre enn omkring 45° og alternativt mindre enn omkring 10° . Som vist, kan vingene 110a, 110b anses å være vertikale ettersom de strekker seg vertikalt eller ved en vinkel β fra vertikalen i forhold til strømningsretningen 125. I noen utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være festet ved vinkelen β . I alternative utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være forbundet med stammelegemet 120 slik at vingene 110a, 110b kan beveges, for eksempel til enhver vinkel β . Vingene 110a, 110b kan for eksempel være montert til stammelegemet 120 ved hjelp av en aksel (for eksempel akselen 145 på figur 7) som kan aktiveres for å bevege vingene 110a, 110b til vinkelen β . I noen utførelsesformer kan én eller flere lineære drivanordninger brukes til å drive vingene 110a, 110b omkring vingehulrommet 130. I andre utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være montert på en aksel som roterer fritt eller mot én eller flere fjærer eller anslag. En fritt roterende aksel bør oppnå større forhold mellom lateral kraft og slepemotstand, og derved være mer effektiv ved spredning av sensorstreamerne og/eller innføringene. En fritt roterende aksel kan dessuten gjøre det mulig å bruke de samme vingene 110a, 110b i forskjellige posisjoner på det stive, forlengede geofysiske utstyret 105, ettersom de kan brukes ved forskjellige vinkler β . Vinkelen β kan i andre utførelsesformer aktiveres eller drives ved hjelp av åpnings/lukke-mekanismen for å endre vinkelen β kontinuerlig eller trinnvis for å tillate aktiv styring av løft, og derved dynamisk dybde og avstand for hele den slepte enheten. Utfolding

av vingene 110a, 110b kan for eksempel reguleres for å variere arealet av vingene 110a, 110b for å tilveiebringe optimalt løft, i motsetning til konvensjonelle vinger som for eksempel alltid har det samme eksponerte areal. I noen utførelsesformer kan en annen aktivator brukes til å drive vingevinkelen. I noen utførelsesformer kan separate aktivatorer være på begge vingene 110a, 110b i det samme stammelegemet 120.

Selv om figur 3 bare illustrerer en enkelt stiv stamme 115, skal det bemerkes at to eller flere stive stammer 115 som hver har vinger 110a, 110b, kan anvendes i det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. For å variere det løftet som genereres av vingene 110a, 110b, kan vingene 110a, 110b på et delsett av de stive stammene 115 åpnes. Ved å etterlate noen av, eller alle vingene 110a, 110b inne i det stive, forlengede geofysiske utstyret 105, kan vingene 110a, 110b på innsiden beskyttes, for eksempel fra marin begroing som i det minste i en viss grad drives av eksponering for sollys. Dette kan føre til en stor reduksjon av den grad som vingemekanismen og tilsvarende aktivatorer må bevege seg, og vil potensielt forlenge levetiden til vingene 110a, 110b. Ved å etterlate noen av, eller alle vingene 110a, 110b inne i det stive, forlengede geofysiske utstyret 105, kan dessuten støy fra selve vingene 110a, 110b reduseres. I noen utførelsesformer kan noen av, eller alle vingene 110a, 110b være lukket for å redusere støy i de registrerte data.

I noen utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være lukket for å redusere uønsket vekselvirkning mellom det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 og objekter i vannmassen. Det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 kan for eksempel komme i inngrep med et uønsket objekt slik som fiskeutstyr, avfall eller rep som befinner seg i vannmassen 15. For å frigjøre objektet kan vingene 110a, 110b på suksessive stive stammer 115 lukkes inntil objektet er blitt frigjort. På denne måten kan vingene 110a, 110b lukkes for å redusere risikoen for opphakking av slike objekter, og de ekstra belastningene og den ekstra styringen som er et resultat av slik opphakking kan unngås.

Når vingene 110a, 110b blir brukt i en stiv innføring (for eksempel den stive innføringen 75 på figur 4), kan de forskjellige vinklene β , avhengig av nærheten til sensorstreameren og den ønskede laterale posisjonen, velges for vingene 110a, 110b på hver stiv innføring. Utførelseseksempler kan følgelig innbefatte forskjellige vinkler β brukt for vingene 110a, 110b på den samme av de stive innføringene, mens ytterligere utførelseseksempler kan innbefatte forskjellige vinkler β for de stive stammene 115 på forskjellige stive innføringer. Det skal bemerkes at mindre vinger

110a, 110b kan være nødvendige på spesielle stive innføringer forbundet med de innerste av streamerne, ettersom mindre lateralt løft kan være nødvendig.

En tverrsnittsskisse gjennom et stivt, forlenget geofysisk utstyr 105 som har vinger 110a, 110b montert på stammelegemet 120, er vist på figur 7 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. I den illustrerte utførelsesformen har det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 et flatt eller vingeformet tverrsnitt. Vingene 110a, 110b er hver vist foldet inn i det tilsvarende vingehulrommet 130. Som vist, har vingene 110a, 110b en profil som er usymmetrisk. Vingene 110a, 110b som er asymmetrisk, kan brukes når vingene 110a, 110b ikke må virke i begge retninger, omtrent på samme måte som flyvinger. Usymmetriske vinger kan ha bedre ytelse i forbindelse med løft som funksjon av slepemotstand, og dermed kan små eller mindre vinger brukes med mindre støy. I noen utførelsesformer kan den vingedekkende hylsen 135 være anordnet over i det minste en del av stammelegemet 120 og kan dekke vingene 110a, 110b, for eksempel for å holde hver av vingene 110a, 110b i det tilsvarende vingehulrommet 130. I den viste utførelsesformen er vingene 110a, 110b montert til stammelegemet 120 ved hjelp av en aksel 145. Akselen 145 kan for eksempel være fiksert eller rotere fritt. Stammelegemet 120 kan også definere ett eller flere indre kamre 150 hvor forskjellige komponenter kan være installert, slik som kabler 155. Selv om det ikke er vist, kan sensorer, aktuatorer, transdusere og andre anordninger (for eksempel tanker, batterier, osv.) også være inkorporert i de indre kamrene 150.

Vingene 110a, 110b kan ha en størrelse egnet for en spesiell anvendelse. Størrelsen av vingene 110a, 110b kan avhenge av et antall faktorer, innbefattende det nødvendige løft, hulromstørrelse, aspektforhold, vingspenn eller angrepsvinkel. I noen utførelsesformer kan vingene 110a, 110b være lenger enn den største av bredden og høyden til det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. I andre utførelsesformer kan lengden av vingene 110a, 110b være mindre enn den største av bredden og høyden til det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Hvis størrelsen av vingene 110a, 110b på det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 blir redusert, kan flere vinger 110a, 110b være nødvendig for å tilveiebringe ekvivalent løft.

Figurene 8 og 9 illustrerer en annen utførelsesform av det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 som omfatter vinger 110a, 110b. Som illustrert, kan det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 ha et sirkulært tverrsnitt. Figur 8 er en perspektivskisse som viser vingene 110a, 110b som strekker seg horisontalt fra vingehulrommet 130 i det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Figur 9 er en tverrsnitt-

skisse som viser vingene 110a, 110b tilbaketrukket i vingehulrommet 130 i det stive, forlengede geofysiske utstyret 105.

Figur 10 illustrerer en utførelsesform som viser et segment av et stivt, forlengtet geofysisk utstyr 105. I den illustrerte utførelsesformen er det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 i form av en stiv stammeenhhet som omfatter tre stive stammer 115a, 115b og 115c. Som vist, er den stive stammen 115b anordnet mellom de andre to stive stammene 115a, 115c. I utførelseseksemplene kan rotasjon av de stive stammene 115b reguleres ved for eksempel å bruke vinger (for eksempel vingene 110a, 110b som er vist på figurene 6 og 7) slik at bare den stive stammen 115b blir rotert for å generere løft. På denne måten kan den midtre stive stammen 115b være ved en annen vinkel enn de ytre stive stammene 115a, 115b, hvorved løft kan genereres for å tvinge ned det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Det skal bemerkes at i det illustrerte eksemplet kan forbindelsen mellom de tilstøtende stive stammene tillate relativ rotasjon.

Som nevnt, kan vingene 110a, 110b på det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 ha et antall forskjellige utforminger. For eksempel kan vingene strekke seg hovedsakelig vertikalt eller hovedsakelig horisontalt fra det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Uttrykket «hovedsakelig» slik det er brukt her i forbindelse med den retningen som vingene strekker seg i, betyr at vingeutstrekningen kan variere med så mye som 20% fra den spesifiserte retningen. Figurene 11-13 illustrerer en tverrsnittsskisse av det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 som har forskjellig vingekonfigurasjoner. Figur 11 illustrerer en utførelsesform av det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 som har en stiv stamme 115 med et par vinger 110a, 110b som strekker seg hovedsakelig vertikalt. Den vertikale utstrekningen av vingene 110a, 110b kan for eksempel være ønskelig for å tilveiebringe lateralt løft på det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Figur 12 illustrerer en utførelsesform av det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 som har en stiv stamme 115 med en enkelt vinge 110a som strekker seg hovedsakelig horisontalt fra det stive, forlengede geofysiske utstyret. Den horisontale utstrekningen av vingen 110a kan for eksempel være ønskelig for å tilveiebringe vertikalt løft på det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Vertikalt løft kan brukes til å styre det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 eller et spesielt segment av dette til en spesifisert dybde. Figur 13 illustrerer en utførelsesform av det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 som har en stiv stamme 115 med et par vinger 110a, 110b som strekker seg hovedsakelig horisontalt. Selv om den horisontale utstrekningen kan brukes til å tilveiebringe dybdestyring, kan den horisontale utstrekningen av vingene 110a også tilveiebringe rotasjonsmessig styring.

I noen utførelsesformer kan retningen av det løftet som genereres av vingene 110, reguleres. Vinkelen til vingene 110 i forhold til vannstrømningen kan for eksempel justeres for å regulere løftet. Dette kan gjøre det mulig for vingene 110 og generere oppad rettet eller nedad rettet løft, for eksempel avhengig av den spesielle vinkelen. Figur 14 er et enderiss av en utførelsesform som illustrerer en vinge 110 som strekker seg fra et vingehulrom 130. Vingen 110 kan være festet til stammelegemet 115 ved to punkter 160, som kan være aksler. Vingen 100 kan rotere ved punktene 160 for å foldes ut, enten ved fjerning av et lokk/deksel eller ved hjelp av en mekanisk aktivering. Vingen 110 kan være utformet for å gli til forskjellige posisjoner i vingehulrommet 130. I noen utførelsesformer kan formen av vingehulrommet 130 justeres for å tillate justering av vinge vinkelen. Figurene 15-17 illustrerer utførelsesformer hvor vingehulrommet 130 er i form av et vinklet spor i stammelegemet 120. I noen utførelsesformer kan det vinklede sporet brukes i forbindelse med en symmetrisk vingeprofil. Ved å stoppe den vingedekkende stammehylsen 135 ved forskjellige punkter på stammelegemet 120, kan vingen 110 innta en annen vinkel i forhold til vannstrømningen. Figur 15 illustrerer den vingedekkende stammehylsen 135 posisjonert med vingen 110 i en nøytral konfigurasjon i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Figur 16 illustrerer den vingedekkende stammehylsen 135 posisjonert med vingen 110 i en stilling for å tilveiebringe nedad rettet løft i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Figur 17 illustrerer den vingedekkende stammehylsen 135 posisjonert med vingen 110 i en stilling som tilveiebringer oppad rettet løft i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse.

Selv om de foregående figurer illustrerer bruken av vinger 110a, 110b med det stive, forlengede geofysiske utstyret 105, kan utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse også omfatte det stive, geofysiske utstyret 105 med andre styreflater, slik som balanseror og ror. Figur 18 illustrerer et stivt, forlenget geofysisk utstyr 105 som omfatter minst ett balanseror 165 festet til kanten 170 av stammelegemet 120 i samsvar med noen utførelsesformer. Som vist, kan balanseroret 165 strekke seg i langsgående retning som er hovedsakelig parallell med den langsgående akse 175 til det stive, forlengede geofysiske utstyret 105. Balanseroret 165 kan være bevegelig i forhold til den stive stammen 120 for å tilveiebringe løft når det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 blir beveget gjennom vannmassen 15. I tillegg til å tilveiebringe vertikalt løft, kan balanseroret 165 også være utformet for å regulere rotasjon av et stivt, forlenget geofysisk utstyr 105 hvor den stive stammen 120 kan være innbefattet. Vinkelen til balanseroret 165 kan for eksempel reguleres passivt eller aktivt for å styre rotasjon.

Utførelseseksempler av det stive, forlengede geofysiske utstyret 105 kan omfatte ytterligere fester eller anordninger for dybderegulering. Ballasttanker eller andre anordninger som er kjent for vanlig fagkyndige på området, kan for eksempel brukes til dybderegulering. Figur 19 illustrerer en utførelsesform av et stivt, forlenget geofysisk utstyr 105 som omfatter i det minste én ballasttank 180 anordnet i stammelegemet 120. Som vist, har ballasttanken 180 et indre volum 185 i fluidkommunikasjon med en første åpning 190. I noen utførelsesformer kan et stempel 195 også være anordnet i ballasttanken 180. Stemplet 195 kan være operativt koplet til en lineær drivanordning 200 og en motor 205. Den lineære drivanordningen 200 kan for eksempel operere for å omforme mekanisk energi generert av motoren 205 til å frembringe en rettlinjert kraft slik at stemplet 195 kan bevege seg i langsgående retning inne i ballasttanken 180. I noen utførelsesformer kan det indre volumet 185 av ballasttanken 180 inneholde sjøvann. Vann kan trekkes inn i, eller drives ut fra det indre volumet 185, for eksempel for å regulere oppdrift eller dybde. Ved et ønsket tidspunkt kan sjøvann fordrives fra ballasttanken 180 via den første åpningen 190. For å fordrive vann fra ballasttanken 180 kan motoren 205 brukes til å bevege stemplet 195, for derved å tvinge vann fra det indre volumet 185 gjennom den første åpningen 190. Luft fra det indre kammeret 210 i stammelegemet 120 bør fylle det indre volumet 185 etter hvert som sjøvannet blir fordrevet. Stemplet 195 kan bevegese i motsatt retning, for eksempel for å trekke vann inn i det indre volumet 185. Det indre volumet 185 av ballasttanken 180 kan for eksempel være i fluidkommunikasjon med det indre kammeret 210 via en annen åpning 215. I andre utførelsesformer (ikke vist) kan andre typer ballastanordninger som for eksempel elastiske membraner eller andre metoder for endring av volum eller masse av kamre ved pumping eller aktivering, brukes, som vanlig fagkyndige på området vil forstå.

Det vises nå til figur 20, hvor en stiv stammeenhet 220 vil bli beskrevet mer detaljert i forbindelse med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Den stive stammeenheten 220 som er vist på figur 20, kan brukes til å danne i det minste en del av en anordning som slepes fra et letefartøy (for eksempel letefartøyet 10 på figurene 3-5), innbefattende stive sensorstreamere (for eksempel den stive sensorstreameren 50 på figurene 3 og 5) og stive innføringer (for eksempel den stive innføringen 75 på figurene 4 og 5) som konvensjonelt er i form av fleksible kabler. Selv om det ikke er vist på figur 20, kan utførelsesformer av den stive stammeenheten 220 omfatte styreflater (for eksempel vingene 110a, 110b på figurene 6-13 eller balanseroret 165 på figur 18). Den stive stammeenheten 220 kan være en konstruksjon for et antall elementer, innbefattende mateledninger, gassledninger, optiske og/eller elektriske signaler, kraft, eksterne anordninger, geofysiske sensorer,

strekkssensorer og geofysiske kilder. Den stive stammeenheten 220 er vist i en frakoplet eller åpen tilstand. Når den er åpen, kan den stive stammeenheten 220 foldes fra minst 10° til 180° i et plan mellom tilstøtende stive stammer 115. I noen utførelsesformer kan den stive stammeenheten 220 være lagret på letefartøyet 10 i den frakoplete eller åpne stillingen og monteres før utplassering i vannmassen 15.

Som vist, kan den stive stammeenheten 220 omfatte et antall stive stammer 115. Den stive stammeenheten 220 (når den er montert) er karakterisert som stiv ved at den har en bøyings-, torsjons- og/eller linje-stivhet som kan opprettholdes over betydelige lengder, for eksempel opp til omkring 10 meter, omkring 50 meter, omkring 100 meter eller enda lengre. I noen utførelsesformer kan den stive stammeenheten 220 være en bøyingsstivhet på 700 Newton-kvadratmeter (Nm^2) eller mer over betydelige lengder (for eksempel over omkring 25 meter eller mer). Den stive stammeenheten 220 kan for eksempel ha en bøyingsstivhet på 700 Nm^2 over hovedsakelig hele sin lengde. Hver av de stive stammene 115 kan også ha en bøyingsstivhet på 700 Nm^2 .

De stive stammene 115 kan hver omfatte et stammelegeme 120. En rekke forskjellige materialer og kompositter kan være egnet for bruk i stammelegemet 120. I noen utførelsesformer kan stammelegemet 120 være laget av et materiale som omfatter aluminium, rustfritt stål eller titan. I noen utførelsesformer kan stammelegemet 120 være laget av et materiale som omfatter en kompositt, slik som glass- eller karbonarmert plast, slik som glass- eller karbonfibre i kombinasjon med epoksy eller andre harpikser (for eksempel polyester, vinyl ester, nylon, osv.). I noen utførelsesformer kan glassfibrene innbefatte elektrisk ledende glassfibre, også referert til som «e-glassfibre». I alternative utførelsesformer kan e-glassfibre være borfrie etter vekt. I noen utførelsesformer kan stammelegemet 120 være laget av et materiale som omfatter en plast, slik som polyetylen, polybutylen tereftalat, polysulfon eller en annen egnet termoplastisk polymer. Kombinasjoner av egnede materialer kan også brukes. En vanlig fagkyndig på området som har hatt fordelen ved å sette seg inn i denne beskrivelsen, bør være i stand til å velge et passende materiale for stammelegemet 120 basert på et antall faktorer, innbefattende valg av passende stivhet i forhold til vekt samtidig som pris og bøyningsevne for tilgjengelige harpikser blir opprettholdt.

Det skal bemerkes at formen av tverrsnittet til de stive stammene 115 ikke behøver å være sirkulær, men kan variere etter ønske for en spesiell anvendelse. De stive stammene 115 kan for eksempel ha et ovalt, sirkulært, trekantet, kvadratisk, femkantet, annet mangekantet, vingeformet eller ikke-symmetrisk formet tverrsnitt. Figurene 21A til 21C illustrerer stive stammer 115 som har forskjellig formede tverr-

snitt. Figyr 21A illustrerer en stiv stamme 115A som har et sirkulært formet tverrsnitt. Figur 21B illustrerer en stiv stamme 115B som har en trekantet tverrsnittsform. Figur 21C illustrerer en stiv stamme 115C som har et flatt eller vingeformet tverrsnitt. Det vingeformede tverrsnittet kan for eksempel være ønskelig for å redusere slepe-

5 motstandskoeffisienten for den stive stammeenheten 220. En redusert slepe-

motstandskoeffisient kan spesielt være gunstig for innføringer (for eksempel den stive innføringen 75 på figurene 4 og 5) hvor betydelig tverrstrømning kan påtreffes. I noen utførelsesformer (ikke vist) kan det vingeformede tverrsnittet ha en asymmetrisk profil, noe som for eksempel kan være gunstig for å tilveiebringe ensidig løft. Det

10 vingeformede tverrsnittet kan ha et forhold mellom bredde W_1 og høyde H_1 som er større enn omkring, og alternativt større enn omkring 1,5. I noen utførelsesformer kan det vingeformede tverrsnittet ha et forhold mellom bredde W_1 og høyde H_1 i et område fra omkring 1 til omkring 10. Figurene 21A til 21C illustrerer videre de stive stammene 115 som har et indre kammer 245, som kan innbefatte forskjellige kabler,

15 slik som elektriske eller optiske kabler for eksempel.

I noen utførelsesformer kan stammelegemet 120 være i form av et rør eller en annen kanal som har et rørformet parti som definerer et indre kammer (for eksempel det indre kammeret 245 som er vist på figurene 21A-21C). I noen utførelsesformer kan et oppdriftsmateriale brukes til å fylle det indre kammeret. Et eksempel på et

20 egnet fyllmateriale omfatter luft eller en annen egnet gass. Andre fyllmaterialer kan imidlertid også brukes for å tilveiebringe en viss grad av positiv oppdrift for ballastformål, så vel som elektrisk isolasjon, innbefattende skum, gelerte hydrokarbonbaserte oljer, hydrokarbonbaserte oljer, viskoelastisk polymer eller andre egnede elektrisk isolerende, akustisk transparente materialer. I noen utførelsesformer kan

25 overflatebehandling være påført den ytre overflaten 225 av stammelegemet 120, for eksempel for å redusere slepemotstand og begroing. Ett eller flere antibegroingsmidler kan for eksempel være påført den ytre overflaten 225. Som et annet eksempel, kan én eller flere slepemotstandsreduserende behandlinger være påført den ytre overflaten 225. Selv om figur 10 illustrerer det stive, forlengede geofysiske

30 utstyret 105 i form av en stiv stammeenhet som omfatter tre stive stammer 115, vil man forstå at utførelsesformer av den stive stammeenheten 220 kan innbefatte flere eller færre enn tre stive stammer 115 etter ønske for en spesiell anvendelse.

De stive stammene 115 kan hver ha en lengde i for eksempel et område på fra omkring 1,5 meter til omkring 50 meter eller, alternativt, fra omkring 3 meter til

35 omkring 12,5 meter. I spesielle utførelsesformer kan de stive stammene 115 hver ha en lengde på omkring 3,125 meter, omkring 6,25 meter, omkring 12,5 meter eller omkring 25 meter. De stive stammene 115 kan hver ha en ytre diameter (for

eksempel D₁ på figur 21A) i et område fra omkring 0,02 meter til omkring 0,2 meter, eller i alternative utførelsesformer fra omkring 0,04 meter til omkring 0,08 meter for utførelsesformer med et sirkulærformet tverrsnitt. De stive stammene 115 kan hver ha en bredde (W₁ på figur 21C) i et område på fra omkring 0,1 meter til omkring 0,5 meter og en høyde (H₁ på figur 21C) opp til omkring 0,4 meter for utførelsesformer med et vingeformet tverrsnitt. I noen utførelsesformer kan de stive stammene 115 ha et aspektforhold (forhold mellom bredde og høyde) på fra for eksempel 1 til omkring 20, fra omkring 2 til omkring 20 eller fra omkring 1 til omkring 8. Den sammenstilte, stive stammeenheten 220 kan for eksempel ha en lengde i et område fra omkring 50 meter til omkring 1000 meter. Hvis mer enn én stiv stammeenhet 220 er koplet ende mot ende, kan den kombinerte enheten ha en lengde i et område fra for eksempel omkring 200 meter til omkring 2000 meter eller lenger. I noen utførelsesformer kan den kombinerte enheten for eksempel ha en lengde på opp til omkring 16000 meter eller mer, som for eksempel kan brukes med slepedybder på fra noen få til flere hundre meter.

Det vises fortsatt til figur 20, hvor utførelsesformer av den stive stammeenheten 220 videre kan omfatte endekoplingselementer ved hver ende av den stive stammeenheten 220. I den viste utførelsesformen omfatter den stive stammeenheten 220 som et endekoplingselement 230 av hanntypen ved én ende og et endekoplingselement 235 av hunntypen ved den motsatte enden. Endekoplingselementene bør være utformet for tilkopling til motsvarende koplingselementer (ikke vist) anordnet ved de langsgående endene av tilstøtende stive innføringsstammeenheter. Hvert av endekoplingselementene kan danne mekanisk og elektrisk kontakt med tilsvarende endekoplingselementer på de andre stive stammeenhetene (ikke vist).

Som vist på figur 20, strekker en fleksibel kabel 240 seg, som for eksempel kan være en elektrisk eller optisk leder, mellom de stive stammene 115. I noen utførelsesformer kan den fleksible kabelen 240 føre en gass, slik som luft, for å opprettholde luftvolumer, ballast og gjenvinning, så vel som levering til luftkanoner eller andre kilder som kan være på den stive stammeenheten 220. Den fleksible kabelen 240 kan strekke seg fra hver ende av den stive stammeenheten 220 mellom koplingselementene (for eksempel fra koplingselementet 230 av hanntypen til koplingselementet 235 av hunntypen). Den fleksible kabelen 240 kan strekke seg gjennom det indre kammeret i de stive stammene 115. I noen utførelsesformer kan den fleksible kabelen 240 for eksempel omfatte flere kabler som strekker seg gjennom passasjen.

Det vises nå til figurene 22 og 23, hvor utplassering av en stiv stammeenhet 220 fra et letefartøy 10 nå vil bli beskrevet i forbindelse med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Én eller flere stive stammeenheter 220 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse kan for eksempel sammenstilles og utplasseres fra letefartøyet 10. Den ene eller de flere stive stammeenhetene 220 kan brukes til å danne i det minste en del av et stivt, forlenget geofysisk utstyr slept fra et letefartøy 10, innbefattende stive sensorstreamere (for eksempel sensorstreameren 50 på figurene 3 og 5) og stive innføringer (for eksempel den stive innføringen 75 på figurene 4 og 5) som konvensjonelt er i form av fleksible kabler. Stivheten til den stive stammeenheten 220 kan aktiveres ved utplassering og så deaktiveres ved opphenting.

I noen utførelsesformer kan den stive stammeenheten 220 fjernes fra én eller flere lagringsbinger 250. Én av de stive stammene 115 som utgjør den stive stammeenheten 220, kan for eksempel løftes fra lagringsbingen 250. I noen utførelsesformer kan de stive stammene 115, som utgjør den stive stammeenheten 220, fjernes kontinuerlig fra lagringsbingene 250 den ene etter den andre. Som vist på figur 22, kan den ene eller de flere lagringsbingene 250 være anordnet på letefartøyet 10. Lagringsbingene 250 kan for eksempel omfatte paller, mottak eller andre typer rom for lagring av den stive stammeenheten 220. I noen utførelsesformer kan en stiv stammeenhet 220 som omfatter et antall demonterte stive stammer 115, være lagret i hver av lagringsbingene 250 på letefartøyet 10. I noen utførelsesformer kan den stive stammeenheten 220, i hver av lagringsbingene 250, omfatte i det minste én fleksibel kabel 240 som strekker seg mellom koplingselementene (for eksempel den fleksible kabelen 240 som strekker seg fra koplingselementet 230 av hanntypen til koplingselementet 235 av hunntypen på figur 36). Som vist på figur 20, kan utførelsesformer av den fleksible kabelen 240 dreies omkring 180° mellom tilstøtende stive stammer 115 for å minimalisere lagringsbehovet.

I noen utførelsesformer kan det være en anordning (ikke vist) for å flytte de stive stammene 115 fra lagringsbingene 250. Anordningen kan for eksempel løfte de stive stammene 115 fra lagringsbingene 250. Etter å ha blitt fjernet fra lagringsbingene 250, kan den stive stammeenheten 220 transporteres til monteringslinjen 255 for de stive stammene, hvis formål er å kople de stive stammene 115 til tilstøtende stive stammer 115 ved for eksempel å bruke stammeskjøter 280. I noen utførelsesformer kan stammeskjøtene 280 være koplet mellom tilstøtende stive stammer 115, for eksempel ved å føre en hylse glidende på de stive stammene 115 over og inn i fastspennende inngrep med stammeskjøtene 280. Monteringslinjen 255 for stive stammer kan være manuell eller i det minste delvis automatisk. I noen

utførelsesformer kan ett eller flere individer for eksempel manuelt kople de tilstøtende stive stammene 115 til hverandre. I alternative utførelsesformer kan en anordning brukes for kopling av de tilstøtende stive stammene 115 til hverandre.

Etter sammenkopling av de stive stammene 115, kan den stive stamme-
 5 enheten 220 transporteres til avspenningsapparatet 260. Avspenningsapparatet 260 holder den stive stammeenheten 220 for å fjerne mekanisk spenning på den stive stammeenheten 220 forårsaket av den del av den stive stammeenheten 220 som er utplassert i vannmassen 15. Avspenningsapparatet 260 kan være plassert i nærheten av monteringslinjen 255. Som vist på figurene 22 og 23, kan avspennings-
 10 apparatet 260 være anordnet på letefartøyet 10. I noen utførelsesformer kan avspenningsapparatet 260 trekke den stive stammeenheten 220 fra lagringsbingene 250 til monteringslinjen 255 for stammene. Fra monteringslinjen 255 kan avspenningsapparatet 260 utplassere den stive stammeenheten 220 i vannmassen 15. Som vist på figur 22, kan den stive stammeenheten bøye seg ned etter hvert
 15 som den blir utplassert i vannmassen 15. I alternative utførelsesformer kan den stive stammeenheten 220 bøye seg for eksempel opp, når nivået til vannmassen 15 er høyt eller hvis avspenningsapparatet 260 svinger. Avspenningsapparatet 260 kan omfatte ett eller flere hjulpar som er i inngrep med den stive stammeenheten 220. I den viste utførelsesformen omfatter avspenningsapparatet 260 tre hjulpar 265, 270,
 20 275. Avspenningsapparatet 260 kan påføre strekkspenning på den stive stammeenheten 220 ved påføring av dreiemoment på hjulparene 265, 270, 275. I noen utførelsesformer kan avspenningsapparatet 260 påføre mer spenning per hjulpar 265, 270 eller 275, fordi den stive stammeenheten 220 har en stivere ytre overflate enn de tidligere brukte kablene. Det skal bemerkes at andre typer anordninger kan
 25 brukes for påføring av spenning på den stive stammeenheten 220. Selv om det ikke er vist, kan avspenningsapparatet 260 for eksempel omfatte klammere som er i inngrep med skuldre på de stive stammene 115 eller spor eller skråkanter på de stive stammene 115; klammere i bånd eller i stempler, eller andre lineære maskiner som påfører kraft til de stive stammene 115; en krok eller en annen festeanordning
 30 på et rep koplet til et feste på de stive stammene 115, eller tapper som rager inn i hull på de stive stammene 115 og som kan være fjærdrevet.

I noen utførelsesformer kan mer enn én stiv stammeenhet 220 sammenstilles og utplasseres fra letefartøyet 10. For å utplassere flere stive stammeenheter 220, bør de stive stammeenhetene 220 være koplet ende mot ende. Endekoplings-
 35 elementet ved én ende av den stive stammeenheten 220 bør koples til det tilsvarende endekoplingselementet på den andre stive stammeenheten 220. I noen

utførelsesformer kan hver av de stive stammeenhetene 220 være lagret i separate lagringsbinger 250.

Det vises fortsatt til figurene 22 og 23, hvor et eksempel på en fremgangs-
 måte for opphenting av den stive stammeenheten 220 på letefartøyet 10 nå vil bli
 5 beskrevet. I noen utførelsesformer kan avspenningsapparatet 260 trekke den stive
 stammeenheten 220 opp på letefartøyet 15 for å hente opp den stive stamme-
 enheten 220. Avspenningsapparatet 260 kan også holde den stive stammeenheten
 220 for å fjerne spenning fra den stive stammeenheten etter at den stive stamme-
 enheten 220 er tilbake ombord på letefartøyet 10. Etter avspenningsapparatet 260,
 10 kan den stive stammeenheten 220 transporteres til monteringslinjen 255 for fra-
 kopling av tilstøtende stive stammer 115. Monteringslinjen 255 kan også funksjonere
 til å fjerne stammeskjøter 280 som forbinder de tilstøtende stive stammene 115, hvor
 frakoplingen kan være manuell eller i det minste delvis automatisk. Når den er
 demontert, kan den stive stammeenheten 220 plasseres i én av lagringsbingene
 15 250. I noen utførelsesformer kan den stive stammeenheten 220 foldes sammen etter
 hvert som den blir plassert i lagringsbingene 250. Figur 22 og 23 illustrerer vertikal
 folding av den stive stammeenheten 220. Foldingen kan utføres under bakdekket,
 foran bakdekket eller der hvor det er mest tilgjengelig plass på letefartøyet 10. I
 alternative utførelsesformer kan foldingen utføres sideveis, for eksempel i en grunn
 20 grop, som kan utnytte et bredt bakdekk uten å kreve plass på utsiden. Det skal be-
 merkes at hvis flere stive stammeenheter 220 er blitt utplassert, kan de stive
 stammeenhetene 220 måtte demonteres, for eksempel for å lagre hver stiv stamme-
 enhet 220 i en separat av lagringsbingene 250.

En lang rekke forskjellige teknikker kan brukes i forbindelse med utførelses-
 25 former av foreliggende oppfinnelse til sammenkopling av tilstøtende stive stammer
 115. Figur 24 illustrerer en seksjon av en stiv stammeenhet 220, som benytter en
 stammeskjøt 280 fastspent mellom de tilstøtende stive stammene 115 for å lukke
 den fleksible forbindelsen ved å danne en stiv forbindelse mellom de tilstøtende stive
 stammene 115, i overensstemmelse med utførelseseksempler av foreliggende
 30 oppfinnelse. To tilstøtende stive stammer 115 kan, som vist, bli koplet sammen ved
 hjelp av en stammeskjøt 280 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende
 oppfinnelse. For å opprettholde stivheten til den stive stammeenheten 220 (for
 eksempel som vist på figur 20), kan stammeskjøten 280 danne en stiv forbindelse
 mellom tilstøtende stive stammer 115. Som vist, kan de stive stammene 115 hver ha
 35 et indre kammer 245 med fleksible kabler 240 som strekker seg mellom de stive
 stammene 115, og som løper gjennom de stive stammene 115 gjennom det indre
 kammeret 245. I samsvar med foreliggende utførelsesformer, kan hylser 285 brukes

til å holde stammeskjøten 280 i en fastspent stilling for å kople sammen de stive stammene 115. Endepartiene 290 av hver av de stive stammene 115, kan omfatte en hylse 285. Hylsene 285 kan være glidbart bevegelige på endepartiene 290.

- 5 Hylsene 285 kan hver være fjærbelastet ved hjelp av en tilsvarende fjær 295. Den ytre overflaten av hver av de stive stammene 115, kan omfatte en skulder 300 for å motta den tilsvarende fjæren 295. Endepartiene 290 av hver av de stive stammene 115, kan videre omfatte et hakk 305 som definerer en skulder 310.

- Stammeskjøten 280 kan omfatte to spennpartier 315. Spennpartiene 315 bør samvirke med hverandre slik at når stammeskjøten 280 er sammenstilt, definerer
 10 spennpartiene 315 en stiv stammepassasje som mottar i det minste en del av endepartiene 290 av de stive stammene 115. I noen utførelsesformer kan hvert av spennpartiene 315 ha et C-format tverrsnitt. Det skal bemerkes at tverrsnittet til spennpartiene 315 kan variere, for eksempel basert på den spesielle utformingen av de stive stammene 115. Spennpartiene 315 kan hver ha en indre overflate 320, best
 15 synlig for det øvre spennpartiet 315. De indre overflatene 320 kan hver ha spor eller fordypninger ved hver ende som er i inngrep med tilsvarende skuldre 310 på endepartiene 290 når stammeskjøten 280 er montert. Sporene 325 kan hvert strekke seg omkring den indre overflaten 320 ved hver ende av det tilsvarende spennpartiet 315. En spennskulder 330 kan være definert av hvert av sporene 325. Spennskuldrene
 20 330 kan være i inngrep med de tilsvarende hakkene 305 i endepartiene 290 når stammeskjøten 280 er montert. Hver ende av spennpartiene 315 kan videre omfatte en ytre skulder 335 for mottak av den tilsvarende hylsen 285. Hver av hylsene 285 glir inn i de tilsvarende ytre skuldrene 335 for å feste spennpartiene 315 i fast-spennende posisjon for å kople sammen de stive stammene 115, som vist ved hjelp
 25 av ett av spennpartiene 315 i den nedre delen av figur 24.

- Utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse er ikke begrenset til stammeskjøten 280 som er vist på figur 24. Man vil forstå at andre typer koplingselementer kan brukes til å kople sammen de stive stammene 115. Eksempler på koplingsanordninger som kan brukes som stammeskjøt 280, innbefatter, men er ikke
 30 begrenset til, en låsemutter med en innrettet bolt, sokkelforbindelser, og sammenpassende plan ortogonale til hovedaksen.

- Figur 25 illustrerer en alternativ utførelsesform for lukking av den fleksible forbindelsen mellom de tilstøtende stive stammene. Som vist, kan de tilstøtende stive stammene koples sammen ved hjelp av en stammeskjøt 280 i samsvar med
 35 utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. For å opprettholde stivheten til den stive stammeenheten 220, kan stammeskjøten 280 danne en stiv forbindelse mellom de tilstøtende stive stammene 115. Som vist, kan de stive stammene 115 hver

omfatte et stammelegeme 120 som har et indre kammer 245 med fleksible kabler 240 som strekker seg mellom de tilstøtende stive stammene 115 ved hjelp av det indre kammeret 245. I samsvar med de foreliggende utførelsesformer, kan hylser 285 brukes til å holde stammeskjøten 280 i fastspennende stilling for å kople

5 sammen de tilstøtende stive stammene 115. Stammelegemet 120 på hver av de tilstøtende stive stammene 115, kan ha et langsgående endeparti 290 over hvilke hylsene 285 kan være anordnet. Hylsene 285 kan hver være glidbart bevegelige på det tilsvarende langsgående endepartiet 290 for å dekke stammeskjøten 280 og holde den på plass. Selv om det ikke er vist, kan et låseelement være anordnet for å

10 sikre hylsene 285 i låsende posisjon. Hylsene 285 kan for eksempel hver være fjærbelastet ved hjelp av en tilsvarende fjær.

Stammeskjøten 280 kan omfatte to spennpartier 315. Spennpartiene 315 bør samvirke med hverandre slik at, når stammeskjøten 280 er montert, definerer spennpartiene 315 en stiv stammepassasje som mottar i det minste en del av det langs-

15 gående endepartiet 290 til hver av de tilstøtende stive stammene 115. I noen utførelsesformer kan hvert av spennpartiene 315 generelt ha et bøydd eller C-formet tverrsnitt. Det skal bemerkes at tverrsnittet til spennpartiene 315 for eksempel kan variere basert på den spesielle utformingen av de tilstøtende stive stammene 115. Spennpartiene 315 kan hver ha en indre overflate 320. De indre overflatene 320 kan

20 hver ha aksialt ragende spor eller fordypninger 340 for å motta endepartiene 290 av de tilstøtende stive stammene 115. Som vist, kan spennpartiene 315 ha hull 345 for mottak av bolter (ikke vist) for å holde spennpartiene 315 på plass. I noen utførelsesformer kan hylsene 285 også gli over endene av spennpartiene 315 for å feste

25 spennpartiene 315 i fastspent posisjon for å kople sammen de tilstøtende stive stammene 115. I andre utførelsesformer (ikke vist) kan spennpartiene 315 gå over ikke bare de fleksible kablene 240, men også hengsler eller en annen mekanisme som kan forbinde de stive stammene 115 mens en fleksibilitetsakse holdes åpen for folding av de stammene som skal lukkes av spennpartiene 315.

Figurene 24 og 25 illustrerer en alternativ utførelsesform for lukking av den

30 fleksible forbindelsen mellom de tilstøtende stive stammene 115. I den viste utførelsesformen, er det vist en seksjon av en stiv stammeenhet 220 som omfatter to tilstøtende stive stammer 115. Som vist på figur 26, kan de tilstøtende stive stammene 115 holdes sammen ved hjelp av to hengsler 350 i den åpne tilstanden. Hengslene 350 kan generelt danne en fleksibel forbindelse mellom de tilstøtende

35 stive stammene 115. Hengslene 350 kan generelt muliggjøre folding opp til 180° i ett plan, slik at den stive stammeenheten 220 kan lagres på letefartøyet 10 når den ikke er i bruk. Andre utforminger for hengslene 350 kan brukes i samsvar med

utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Selv om det ikke er vist, kan elektriske eller optiske ledere også strekke seg mellom de tilstøtende stive stammene 115.

Figur 27 illustrerer den fleksible forbindelsen mellom de stive stammene 115 i en lukket stilling. I den illustrerte utførelsesformen kan en låsetapp 355 brukes til å sikre

5 den fleksible forbindelsen mellom de stive stammene 115, og avstive forbindelsen mellom dem. Hver av de stive stammene 115 kan som vist ha en arm 365 som strekker seg langsgående fra disse. Åpninger 360 ved enden av hver arm 365 kan være innrettet med låsetappen 355 anordnet gjennom de innrettede åpningene 360 for å lukke den fleksible forbindelsen. Selv om figurene 26 og 27 illustrerer bruk av
10 hengsler 350 for å danne den fleksible forbindelsen, kan andre egnede teknikker slik som den fleksible kabelen 240 (for eksempel figur 20) brukes for å danne den fleksible forbindelsen med låsetappen 440 brukt til å lukke den fleksible forbindelsen.

Figurene 28 og 29 illustrerer en annen alternativ utførelsesform for lukking av den fleksible forbindelsen mellom de tilstøtende stive stammene 115. I den viste
15 utførelsesformen er det illustrert en seksjon av en stiv stammeenhet 220 som omfatter to tilstøtende stive stammer 115. Som vist på figur 28, kan de stive stammene 115 holdes sammen ved hjelp av en fleksibel kabel 240 i den åpne stillingen. Den fleksible kabelen 240 kan generelt danne en fleksibel forbindelse mellom de tilstøtende stive stammene 115, for eksempel for å tillate folding av den stive stamme-
20 enheten 220 for lagring når den ikke er i bruk. Figur 29 illustrerer den fleksible forbindelsen mellom de stive stammene 115 i en lukket tilstand. I den viste utførelsesformen innbefatter én av de stive stammene 115 en sokkel 370 mens den andre av de stive stammene 115 innbefatter et uttrekkbart organ, slik som en uttrekkbar stav 375. Den uttrekkbare staven 375 kan være innrettet for å strekke seg inn i sokkelen
25 370 for å lukke den fleksible forbindelsen og avstive forbindelsen mellom de tilstøtende stive stammene 115. Bøyningsstivheten til den uttrekkbare staven 375 kan brukes til å avstive forbindelsen og hindre bøyning. Selv om figurene 28 og 29 illustrerer bruk av den fleksible kabelen 240 for å danne den fleksible forbindelsen, kan andre egnede teknikker slik som hengslene 350 (for eksempel som på figur 26)
30 brukes til å danne den fleksible forbindelsen med den uttrekkbare staven 375 og sokkelen som brukes til å lukke den fleksible forbindelsen.

Figurene 30 og 31 illustrerer en annen alternativ utførelsesform for lukking av den fleksible forbindelsen mellom de tilstøtende stive stammene 115. I den viste
35 utførelsesformen er det illustrert en seksjon av en stiv stammeenhet 220 som omfatter to tilstøtende stive stammer 115. Som vist på figur 30, kan de tilstøtende stive stammene 115 holdes sammen ved hjelp av hengsler 350 i den åpne tilstanden. Hengslene 350 kan generelt danne en fleksibel forbindelse mellom de

tilstøtende stive stammene 115, for eksempel for å tillate folding av den stive stammeenheten 220 for lagring når den ikke er i bruk. Figur 31 illustrerer den fleksible forbindelsen mellom de stive stammene 115 i en lukket tilstand. I den illustrerte utførelsesformen innbefatter én av de stive stammene 115 en sokkel 370 som for eksempel kan være gjenget. Den motstående av de stive stammene 115 kan innbefatte et utstrekkbart organ, slik som en gjenget stav 375. Den gjengede staven 375 kan roteres inn i gjenget inngrep med sokkelen 370 for å danne den fleksible forbindelsen og dermed avstive forbindelsen for å forhindre bøyning. Figurene 30 og 31 viser også en stopper dannet ved skjæring mellom forlengelser 390 fra hver stiv stamme 115, for ytterligere å muliggjøre en stiv forbindelse, for eksempel hvor den gjengede staven 375 kan være bare under strekk. Selv om figurene 30 og 31 illustrerer bruk av hengsler 350 for å danne den fleksible forbindelsen, kan andre egnede teknikker slik som den fleksible kabelen 240 (for eksempel figur 20 eller figur 28) brukes til å danne den fleksible forbindelsen med den gjengede staven 375 og sokkelen 370 som brukes til å lukke den fleksible forbindelsen.

Figurene 32 og 33 illustrerer et utførelseseksempel som innbefatter et beskyttende deksel 395. Som vist, kan det beskyttende dekslet 395 være påført mellom de tilstøtende stive stammene 115 for å beskytte den fleksible forbindelsen, slik som elektriske ledere, optiske ledere og andre kabler, deler og forsyningsledninger som kan befinne seg der. Det beskyttende dekslet 395 kan strekke seg over den fleksible forbindelsen i den lukkede tilstanden, best synlig på figur 33. I noen utførelsesformer kan det beskyttende dekslet 395 være anordnet på én av de stive stammene 115 (figur 30) og gli over den fleksible forbindelsen for beskyttelse (figur 31). Det beskyttende dekslet 395 kan låses med inngripende gjenger (ikke vist) direkte på de stive stammene 115, passe tett på én eller flere sylindriske overflater (ikke vist) på hver side av de stive stammene 115, eller passe sammen på andre måter som vil være opplagte for vanlig fagkyndige på området som har kunnet sette seg inn i denne beskrivelsen. Det beskyttende dekslet 395 kan plasseres over den fleksible forbindelsen manuelt eller med en maskin. I andre utførelsesformer kan det beskyttende dekslet 395 holdes sammen med låsetapper, muttere eller en annen egnet forbindelsesmekanisme. Selv om figurene 32 og 33 illustrerer bruk av hengsler 350 for å danne den fleksible forbindelsen og en låsetapp 335 for å lukke den fleksible forbindelsen, kan andre egnede teknikker slik som de som er beskrevet her, brukes i forbindelse med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse.

Som vist på figurene 34 og 35, kan det beskyttende dekslet 395 også brukes i noen utførelsesformer til å lukke den fleksible forbindelsen, for derved å avstive forbindelsen og hindre bøyning. En fleksibel kabel 240 kan brukes til å holde de

tilstøtende stive stammene 115 sammen i den åpne tilstanden, som man best kan se på figur 34. For å lukke den fleksible forbindelsen, kan det beskyttende dekslet 395 være påsatt mellom de tilstøtende stive stammene 115. Selv om figurene 34 og 35 illustrerer bruk av den fleksible kabelen 240 til å danne den fleksible forbindelsen, kan andre egnede teknikker slik som hengslene 350 (se for eksempel figurene 26, 30 eller 32) brukes til å danne den fleksible forbindelsen med det beskyttende dekslet 395 brukt til å lukke den fleksible forbindelsen.

Som tidligere nevnt, kan utførelsesformer omfatte to eller flere stive stammeerheter 220 forbundet ende mot ende for å danne en stiv streamer (for eksempel figur 3 og 5) eller en stiv innføring 75 (for eksempel figur 4). Selv om et antall forskjellige teknikker kan brukes til å forbinde de stive stammeerhetene 220 med hverandre, kan koplelementer brukes ved hver ende av streamereenheter for sammenkopling. Figurene 36 og 37 illustrerer endekoplelementer som kan brukes i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse for sammenkopling av stive stammeerheter 220. Som vist, kan et koplelement 230 av hann-typen brukes, som innbefatter et basisparti 400 og en forlengelse 405 fra basispartiet 400. Koplelementet 115 av hann-typen kan videre innbefatte ledere 410, slik som elektriske og optiske ledere, i en indre del 415 av koplelementet 230. Forlengelsen 405 kan innbefatte elektriske kontakter 420. Et koplelement 235 av hunntypen kan også brukes, som innbefatter en sokkel 425. En indre del 430 av koplelementet 235 kan også innbefatte ledere 435, slik som elektriske og optiske ledere. Sokkelen 425 kan for eksempel også innbefatte elektriske ledere 440. Som man best kan se på figur 37, kan forlengelsen 405 til koplelementet 235 av hann-typen være opptatt i sokkelen 425 i koplelementet 235 av hunntypen. Elektrisk og/eller optisk forbindelse kan opprettes mellom koplelementene 230, 235, for eksempel ved å bruke de elektriske kontaktene 520, 540 i forlengelsen 405 og sokkelen 425.

Selv om den foregående diskusjon beskriver bruken av stivt, forlenget geofysisk utstyr som omfatter et antall sammenkoblede stive stammer 115 for å danne det stive geofysiske utstyret som har styreflater, kan andre egnede teknikker brukes til å danne det stive, forlengede geofysiske utstyret som kan brukes i utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse. Figurene 38 og 39 illustrerer skisser av et utstyrssegment 500 som har variabel stivhet og som kan brukes ved dannelse av stivt, forlenget geofysisk utstyr. I noen utførelsesformer kan et antall utstyrssegmenter 500 være forbundet ende mot ende for å danne det stive, forlengede geofysiske utstyret. Figur 38 illustrerer utstyrssegmentet 500 i en tilstand som kan lagres. Figur 39 illustrerer utstyrssegmentet 500 i en operativ tilstand hvor

streameren har økt stivhet, slik som bøyning-, linje- og/eller torsjonsstivhet. Utstyrsegmentene 500 kan være en konstruksjon for et antall elementer, innbefattende matelinjer, gassledninger, optiske og/eller elektriske signaler, kraft, eksterne anordninger, geofysiske sensorer, strekksensorer og geofysiske kilder. Styreflater, slik som de som tidligere er diskutert, kan være inkorporert i utstyrsegmentene 500. Utstyrsegmentet 500 kan ha en lengde i et område på for eksempel fra omkring 10 meter til omkring 100 meter. Avhengig av den spesielle anvendelsen, kan det stive, forlengede geofysiske utstyret som er dannet av utstyrsegmentene 500, for eksempel ha en lengde i et område fra omkring 200 meter til omkring 2000 meter eller mer.

I noen utførelsesformer kan utstyrsegmentet 500 ha en proksimal (det vil si nærmest letefartøyet 10) ende 505 og en distal (det vil si lengst fra letefartøyet 10) ende 510. I den viste utførelsesformen innbefatter utstyrsegmentet 500 en kappe 515, avstandsholdere 520, strekkorganer 525 og en strekkaktivator 530. Kappen 515 kan generelt funksjonere som et ytre deksel som i det minste delvis dekker og beskytter de interne komponentene i utstyrsegmentet 500 fra vanninntrenging. I noen utførelsesformer kan kappen 515 for eksempel være laget av et fleksibelt, akustisk transparent materiale, slik som polyuretan. Én eller flere plater kan være plassert ved eller nær den aksiale enden til kappen 515. En proksimal plate 535 kan for eksempel være plassert ved eller nær den proksimale enden 505, og en distal plate 540 kan være plassert ved eller nær den distale enden 510.

I noen utførelsesformer kan strekkorganene 525 strekke seg hovedsakelig over hele lengden av utstyrsegmentet 500. Strekkorganene 525 kan generelt funksjonere til å forsyne utstyrsegmentet 500 med evne til å bære aksial mekanisk belastning. Strekkorganene 525 kan for eksempel overføre aksial belastning langs lengden av utstyrsegmentet 500. I noen utførelsesformer kan strekkorganene 525 være av metall, slik som rustfritt stål eller plastmaterialer med høy strekkfasthet. Strekkorganene 525 kan være i form av en kabel eller et fiberrep for eksempel. Ved den proksimale enden 505 kan strekkorganene 525 strekke seg proksimalt ut over den proksimale platen 525. Strekkorganene 525 kan også strekke seg proksimalt ut over en aktivatorplate 540 som befinner seg ved den proksimale enden 505. Som vist, kan strekkorganene 525 fra den proksimale enden 505 strekke seg gjennom aktivatorplaten 505, gjennom den proksimale platen 525 og gjennom avstandsholderne 520 til den distale enden 510. Ved den distale enden 510 kan strekkorganene 525 strekke seg gjennom den distale platen 540. I overensstemmelse med foreliggende utførelsesformer kan strekkorganene 525 bevege seg translatorisk i forhold til aktivatorplaten 540, den proksimale platen 525, avstandsholderne 520 og

den distale platen 540. I den lagringsbare tilstanden av utstyrsegmentet 500, kan for eksempel strekkorganene 525 tillates å gli i avstandsholderne 520. Muttere (slik som de aksiale mutterne 545 og de distale mutterne 550) eller andre egnede mekaniske anslag, kan være plassert ved hver aksial ende av strekkorganene 525.

- 5 Som vist, kan den aksiale enden av strekkorganene 525 være fjærbelastet med fjærer 555 anordnet på strekkorganene 525 mellom de distale mutterne 550 og den distale platen 540. Fjærene 555 kan komprimeres når strekk blir påført strekkorganene 525 vis strekkaktivatoren 530.

- Utstyrsegmentet 500 kan som vist videre omfatte et antall avstandsholdere
 10 520 anordnet langs lengden av kappen 515. I samsvar med foreliggende oppfinnelse kan avstandsholderne 520 være så tett pakket at når strekkaktivatoren 530 påfører strekk på strekkorganene 525, kan avstandsholderne 520 bli trykket sammen for å innrette avstandsholderne 520 på en rett linje. Avstandsholderne 520 kan være laget av et skummateriale for, for eksempel, å tilveiebringe oppdrift. Avstandsholderne 520
 15 kan for eksempel innbefatte et skummateriale som fyller tomrom, og som omfatter et polyuretanskum eller et annet egnet materiale. Som vist, kan et stort volum av utstyrsegmentet 500 være opptatt av avstandsholderne 520. I det minste omkring 50% av det indre volumet og så meget som 90% eller mer av det indre volumet av utstyrsegmentet 500 og/eller streameren 40 kan være opptatt av avstandsholderne
 20 520. Olje eller et annet egnet fyllmateriale opptar det indre volumet av utstyrsegmentet 500. Fordi et høyt volum av utstyrsegmentet 500 kan være opptatt av avstandsholderne 520, kan imidlertid mindre olje eller andre fyllmaterialer brukes for derved å minimalisere potensielle problemer som kan forårsakes av lekkasje. Skummaterialer slik som stive skum, kan dessuten ikke håndtere trykk på mer enn noen få
 25 meter mens de også gir mer enn 4 ganger større oppdrift enn visse andre fyllmaterialer, slik som oljer. Det indre av avstandsholderne 520 kan dessuten være utformet med lukkede, hule rom, slik at en lekkasje i kappen 515 ikke nødvendigvis vil fylle hele volumet.

- I noen utførelsesformer kan avstandsholderne 520 hver ha et beskyttende
 30 ytre dekklag eller en ytre beskyttende hud 560. Det ytre dekklaget 560 kan generelt funksjonere som et ytre deksel som beskytter de indre komponentene i avstandsholderne 520 fra vanninntrenging for eksempel. I noen utførelsesformer kan det ytre dekklaget 560 være laget av et fleksibelt, akustisk transparent materiale, slik som polyuretan. I noen utførelsesformer kan det ytre dekklaget 560 ha en tykkelse i et
 35 område fra omkring 0,5 mm til omkring 5 mm. I en spesiell utførelsesform kan det ytre dekklaget 560 ha en tykkelse på omkring 1 mm. Som vist, kan avstandsholderen 520 videre ha kanaler 565 for strekkorganene 525. I den viste utførelsesformen

strekker strekkorganene 525 seg gjennom kanalene 565. Som tidligere nevnt, kan strekkorganene 525 tillates å bevege seg fritt i kanalene 565. Avstandsholderne 520 kan som også vist, videre omfatte et kompresjonsorgan, slik som en sentral kjerne 570. I den viste utførelsesformen er den sentrale kjernen 570 anordnet i midten av avstandsholderen 520 og har ytre overflater på hver aksial ende av avstands-
holderen 520. De ytre overflatene av den sentrale kjernen 570 kan være i kontakt med tilstøtende, ytre overflater av tilstøtende avstandsholdere 520 når de er komprimert i den operative tilstanden. Den sentrale kjernen 570 kan omfatte et materiale som kan motstå de høye aksiale belastningene som kan påføres avstandsholderen 520 i den operative tilstanden. Tomrom i avstandsholderen 520 kan være fylt med et skummateriale 575, som kan omfatte et skummet polyuretan eller et annet passende skum. Selv om det ikke er vist, kan avstandsholderen 520 videre omfatte kanaler for lederkabler og kaviteter for geofysiske sensorer, transdusere og annet utstyr som brukes ved geofysisk datainnsamling. Modifikasjoner kan gjøres på avstands-
holderne 520 som er vist på figurere 38 og 39 for å romme disse ytterligere komponentene. Ytterligere kanaler kan for eksempel være nødvendige gjennom avstandsholderen 520 for lederkabler, mens ytterligere hulrom kan være nødvendig for inkorporering av andre komponenter. Åpninger mot trykkfølsomme områder (for eksempel det ytre dekslet 565) kan i tillegg være nødvendig for geofysiske sensorer slik som hydrofoner, for å avføle trykksignaler i vannet. Utførelsesformer (ikke vist) kan dessuten erstatte den sentrale kjernen 570 med en struktur som tilveiebringer et forseglet og trykkfritt rom på innsiden. I noen utførelsesformer kan denne strukturen være en eggeskallformet eller en sylindrisk formet struktur. Andre egnede konfigurasjoner for strukturen kan imidlertid også tenkes.

I noen utførelsesformer kan strekkaktivatoren 530 være plassert ved den proksimale enden 505 av utstyrssegmentet 500. Strekkaktivatoren 530 kan generelt være utformet for å påtrykke annet strekk enn slepestrekk på strekkorganene 525. Som vist, kan strekkaktivatoren 530 være koplet til aktivatorplaten 540. Strekkaktivatoren 530 kan få aktivatorplaten 540 til å bevege seg aksialt mot og inn i inngrep med de proksimale boltene 545 eller et annet mekanisk anslag på strekkorganene 525. Aktivatorplaten 540 overfører mekanisk kraft fra strekkaktivatoren 530 til strekkorganene 525. Et eksempel på en egnet strekkaktivator 530 er en lineær drivenhet som genererer bevegelse i en rett linje for å bevege aktivatorplaten 540. Andre egnede aktiverte drivenheter kan også brukes for å påføre spenning til strekkorganene 525 i samsvar med utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse.

I samsvar med foreliggende utførelsesformer kan utstyrssegmentet 500 ha variabel stivhet. Utstyrssegmentet 500 kan for eksempel ha en lagringsbar utforming

hvor streameren kan utplasseres og lagres på en trommel om bord på et letefartøy
 (for eksempel letefartøyet 10 på figur 3). Figur 38 illustrerer utstyrsegmentet 500 i
 den lagringsbare tilstanden. I den lagringsbare tilstanden, kan strekkorganene 525
 tillates å gli i forhold til avstandsholderne 520. Avstandsholderne 520 kan være
 5 pakket tett i utstyrsegmentet 500, men ha nok mellomrom seg imellom til at
 utstyrsegmentet 500 kan bøyes. Som man best kan se på figur 38, kan utstyr-
 segmentet 500 bøyes fritt i den lagringsbare tilstanden, for eksempel for vikling på
 en trommel. Ved et ønsket tidspunkt kan utstyrsegmentet 500 plasseres i den
 operative tilstanden hvor utstyrsegmentet 500 har økt stivhet. I den operative til-
 10 standen er utstyrsegmentet 500 karakterisert som stivt ved at den har en bøyings-,
 torsjons og/eller linjestivhet som kan opprettholdes over betydelige lengder, for
 eksempel opp til omkring 10 meter, omkring 50 meter, omkring 100 meter eller enda
 lenger når de er montert ende mot ende med andre streamersegmenter 60 i den
 driftsmessige tilstanden. I noen utførelsesformer kan utstyrsegmentet 500 i den
 15 operative tilstanden ha en bøyestivhet på 700 Nm^2 eller mer. I noen utførelsesformer
 kan avstandsholderne 520 være så tett pakket at når strekkaktivatoren 530 påfører
 strekk på strekkorganene 525, kan avstandsholderne 520 trykkes sammen for å
 innrette avstandsholderne 520 i en stiv linje, noe som øker bøyingsstivheten til
 utstyrsegmentet 500. Avstandsholderne 520 i kompresjon og strekkorganene 525 i
 20 kompresjon, bør bidra til bøyingsstivheten til utstyrsegmentet 500.

I den illustrerte utførelsesformen kan strekkaktivatoren 530 brukes til å påføre
 strekkspenning på strekkorganene 525 for anbringelse av utstyrsegmentet 500 i
 den operative tilstanden. Strekkaktivatoren 530 kan få aktivatorplaten 540 til å
 bevege seg aksialt utover i inngrep med de proksimale boltene 545 eller andre
 25 mekaniske anslag på strekkorganene 525. På denne måten overfører aktivatorplaten
 540 mekanisk kraft fra strekkaktivatoren 530 til strekkorganene 525 for å få strekk-
 organene til å bevege seg aksialt. Etter hvert som strekkorganene 525 beveger seg,
 kommer de distale mutterne 550 på strekkorganene 85 i kontakt med den distale
 platen 540 og får den distale platen 540 til å påføre kraft på avstandsholderne 520
 30 for å komprimere avstandsholderne 520 mellom den distale platen 540 og den
 aksiale platen 95. Kompresjon av avstandsholderne 520 innretter avstandsholderne
 520 på en stiv linje. Andre egnede teknikker for plassering av avstandsholderne 520
 på en rett linje, kan også brukes i forbindelse med utførelsesformer av foreliggende
 oppfinnelse.

35 I motsetning til systemer som benytter stivt, forlenget geofysisk utstyr som
 omfatter et antall sammenkoblede stive stammer under en marin undersøkelse,
 illustrerer figur 40 et konvensjonelt seismisk undersøkelsessystem 600. Som vist,

kan det seismiske undersøkelsessystemet 600 innbefatte et letefartøy 605 som sleper et antall sensorstreamere 610 gjennom en vannmasse 615. Innføringslinjer 620 kan brukes til å forbinde sensorstreamerne 610 med letefartøyet 605. Hver av sensorstreamerne 610 kan innbefatte sensorer 625. Sensorstreamerne 605 kan

5 også innbefatte lateral kraft- og dybde-styringsanordninger (LFD-anordninger) 630 (for eksempel vinger) og tilhørende akustiske posisjonsbestemmelsesanordninger 635, som kan være anordnet ved valgte posisjoner langs sensorstreamerne 605 samlokalisert med LDF-anordningene 630 eller ved separate posisjoner. Spred-

10 anordninger 640, slik som lemmer eller paravaner kan brukes til å opprettholde lateral separasjon av sensorstreamerne 605. I motsetning til det systemet som er illustrert på figur 29, kan utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse som benytter stive stammeenheter under en undersøkelse, inneholde nesten ingen bøyer, lemmer, paravaner, kjettinger eller ekstra rep, eller LFD-anordninger, slik som vinger. En seismisk undersøkelse kan for eksempel utføres som bare har de

15 ønskede lys og antenner over vannet.

Foreliggende oppfinnelse er derfor velegnet for å oppnå de formål og fordeler som er nevnt, så vel som de som er iboende i opprinnelsen. De spesielle utførelsesformene som er diskutert ovenfor, er bare illustrerende ettersom foreliggende oppfinnelse kan modifiseres og praktiseres på forskjellige, men ekvivalente måter som

20 vil være opplagte for fagkyndige på området som har kunnet sette seg inn i det som er beskrevet her. Selv om individuelle utførelsesformer er diskutert, dekker oppfinnelsen alle kombinasjoner av alle disse utførelsesformene. Ingen begrensninger er videre ment i forbindelse med de konstruksjonsdetaljer eller utforminger som er vist her, annet enn hva som er beskrevet i de etterfølgende krav. Det er derfor

25 opplagt at de spesielt illustrerende utførelsesformene som er beskrevet ovenfor, kan endres eller modifiseres, og alle slike variasjoner er ment å være innenfor omfanget av foreliggende oppfinnelse. Alle tall og områder som er beskrevet ovenfor, kan variere til en viss grad. Hver gang et numerisk område med en nedre grense og en øvre grense er angitt, er det ment at et hvilket som helst tall og ethvert innbefattet

30 område som faller innenfor dette området, er spesielt beskrevet. De ubestemte artiklene «en» eller «et» slik det er brukt i patentkravene, er her bestemt å bety ett eller flere enn ett av de elementene som artikkelen introduserer. Uttrykkene i kravene har også sin rene, ordinære betydning med mindre annet er eksplisitt og tydelig definert av patentsøkeren. Hvis det er noen konflikt ved bruken av ord eller

35 uttrykk i denne spesifikasjonen og ett eller flere patenter eller dokumenter som kan være inkorporert her ved referanse, skal de definisjonene som er i overens-

stemmelse med denne spesifikasjonen anvendes med det formål å forstå foreliggende oppfinnelse.

5

10

Patentkrav

1. Anordning for bruk i en marin geofysisk undersøkelse, omfattende:
stivt, forlenget geofysisk utstyr som har et forhold mellom lengde og en største
5 dimensjon av bredde eller høyde på omkring 1000:1 eller mer, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret omfatter styreflater for regulering av bevegelsen til det stive, forlengede geofysiske utstyret når det slepes gjennom en vannmasse.
2. Anordning ifølge krav 1, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret er
10 operativt som minst én av: en innføring som forbinder en streamer med et letefartøy, en streamer som bærer en sensor eller en kildekabel for sleping av en geofysisk kilde.
3. Anordning ifølge krav 1, hvor det stive geofysiske utstyret omfatter et antall
15 stive stammer som er forbundet med hverandre og som hver omfatter et stammelegeme som definerer ett eller flere indre kamre, og hvor styreflatene omfatter en vinge montert til stammelegemet.
4. Anordning ifølge krav 1, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret omfatter
20 en utstyrsseksjon som omfatter en ytre kappe og et antall avstandsholdere anordnet i den ytre kappen, hvor avstandsholderne er utformet for å bli innrettet på en stiv linje.
5. Anordning ifølge krav 1, hvor styreflatene omfatter minst én flate valgt fra den
25 gruppe som består av en vinge, et balanseror og et ror.
6. Anordning ifølge krav 1, hvor styreflatene omfatter vinger montert på det stive, forlengede geofysiske utstyret.
- 30 7. Anordning ifølge krav 6, hvor hver av vingene kan lagres i et tilsvarende vingehulrom i det stive, forlengede geofysiske utstyret, idet hver av vingene kan strekkes ut fra det tilsvarende vingehulrommet.
- 35 8. Anordning ifølge krav 7, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret omfatter hylser som dekker hvert vingehulrom, idet hylsene er glidbart bevegelige på det stive, forlengede geofysiske utstyret.

9. Anordning ifølge krav 8, hvor én eller flere av vingene er utformet for å gli til forskjellige posisjoner i vingehulrommet for å justere styring av vingeinkel, hvor vingehulrommet er i form av et vinklet spor.
- 5 10. Anordning ifølge krav 1, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har en maksimal bredde på omkring 100 millimeter, en maksimal høyde på omkring 100 millimeter og en lengde på omkring 100 meter eller mer.
- 10 11. Anordning ifølge krav 10, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har en lengde på fra omkring 200 meter til omkring 16000 meter.
12. Anordning ifølge krav 1, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har en driftsmessig konfigurasjon med en bøyestivhet på 700 Nm^2 eller mer over en avstand på minst 25 meter.
- 15 13. Marint undersøkelsessystem, omfattende:
et letefartøy; og
stivt, forlenget geofysisk utstyr som er innrettet for å bli slept fra letefartøyet, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har en lengde på fra omkring 200 meter til omkring 16000 meter og et forhold mellom lengde og en største dimensjon av bredde eller høyde på omkring 1000:1 eller mer, og hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret omfatter styreflater for styring av bevegelse av det stive, forlengede geofysiske utstyret når det slepes fra letefartøyet.
- 20 14. System ifølge krav 13, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret er operativt ved minst én av: en innføring som forbinder streameren med letefartøyet, en streamer som bærer en sensor eller en kildekabel for sleping av en geofysisk kilde.
- 25 15. System ifølge krav 13, hvor det stive geofysiske utstyret omfatter et antall stive stammer som er forbundet med hverandre og som hver omfatter et stammelegeme som definerer ett eller flere indre kamre, og hvor styreflatene omfatter en vinge montert til stammelegemet.
- 30 16. System ifølge krav 13, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret omfatter en utstyrsseksjon som omfatter en ytre kappe og et antall avstandsholdere anordnet

i den ytre kappen, hvor avstandsholderne er anordnet for å bli innrettet på en stiv linje.

5 17. System ifølge krav 13, hvor styreflatene omfatter vinger montert til det stive, forlengede geofysiske utstyret.

10 18. System ifølge krav 17, hvor hver av vingene kan lagres i et tilsvarende vingehulrom i det stive, forlengede geofysiske utstyret, idet hver av vingene er innrettet for å kunne strekkes ut fra det tilsvarende vingehulrommet.

19. System ifølge krav 17, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har en maksimal bredde på omkring 100 millimeter og en maksimal høyde på omkring 100 millimeter.

15 20. System ifølge krav 17, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har en operativ utforming med en bøyestivhet på 700 Nm^2 eller mer over en lengde på minst 25 meter.

20 21. Fremgangsmåte for geofysiske undersøkelser, omfattende:
 å slepe et stivt, forlenget geofysisk utstyr fra et letefartøy i en vannmasse, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret har et forhold mellom lengde og en største dimensjon av bredde eller høyde på omkring 1000:1 eller mer;
 å styre bevegelsen av det stive, forlengede geofysiske utstyret ved å bruke én eller flere styreflater på det stive, forlengede geofysiske utstyret; og
 25 enten (1) å detektere et geofysisk signal med en sensor som slepes av letefartøyet, og/eller (2) å aktivere en geofysisk kilde som blir slept av letefartøyet.

30 22. Fremgangsmåte ifølge krav 21, videre omfattende å kople et antall stive stammer ende mot ende for å danne det stive, forlengede geofysiske utstyret.

23. Fremgangsmåte ifølge krav 21, videre omfattende å innrette et antall avstandsholdere i det stive, forlengede geofysiske utstyret på en stiv linje.

35 24. Fremgangsmåte ifølge krav 21, hvor styreflatene omfatter vinger, idet fremgangsmåten videre omfatter å plassere vingene for selektivt å posisjonere det stive, forlengede geofysiske utstyret i vannmassen.

25. Fremgangsmåte ifølge krav 24, hvor plasseringen omfatter å åpne hylser på det stive, forlengede geofysiske utstyret.

5 26. Fremgangsmåte ifølge krav 21, videre omfattende å justere vingevinkel for en vinge på det stive, forlengede geofysiske utstyret ved å posisjonere vingen i et vinklet spor i det stive, forlengede geofysiske utstyret.

10 27. Fremgangsmåte ifølge krav 21, hvor det stive, forlengede geofysiske utstyret fungerer som minst én av: en innføring som forbinder en streamer med letefartøyet, en streamer med en sensor eller en kildekabel for sleping av den geofysiske kilden.

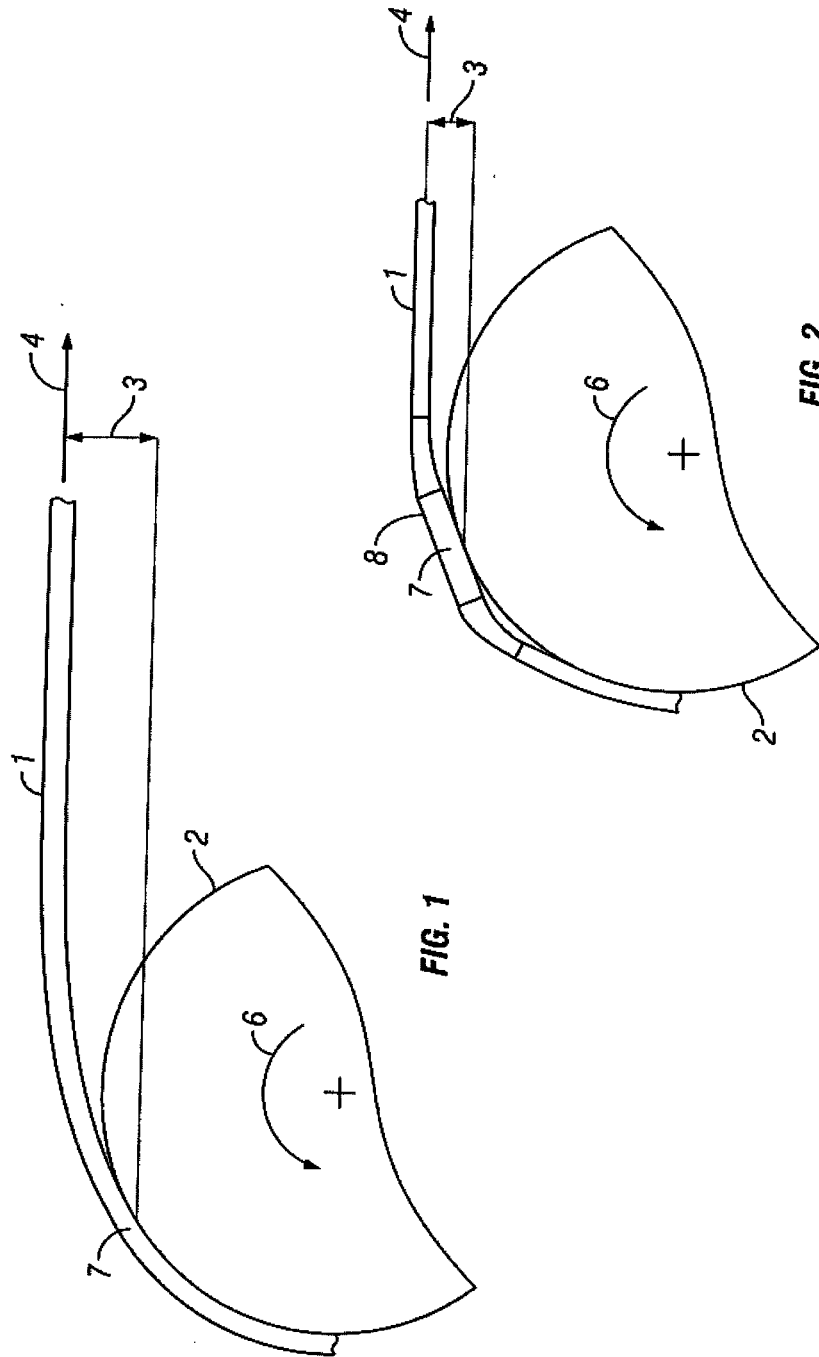


FIG. 2

FIG. 1

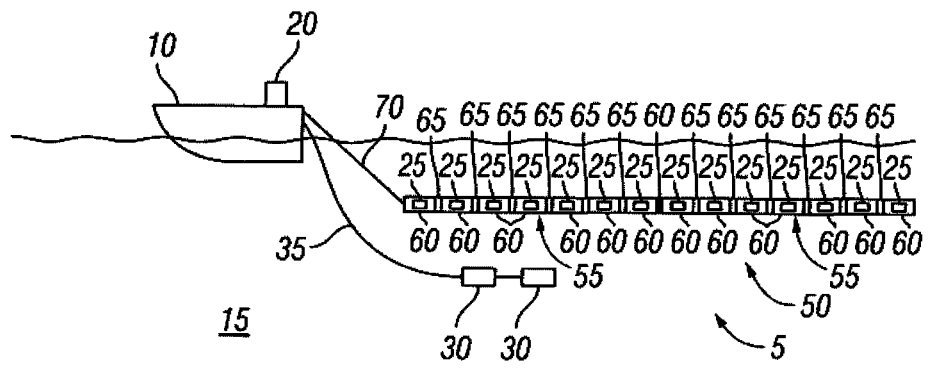


FIG. 3

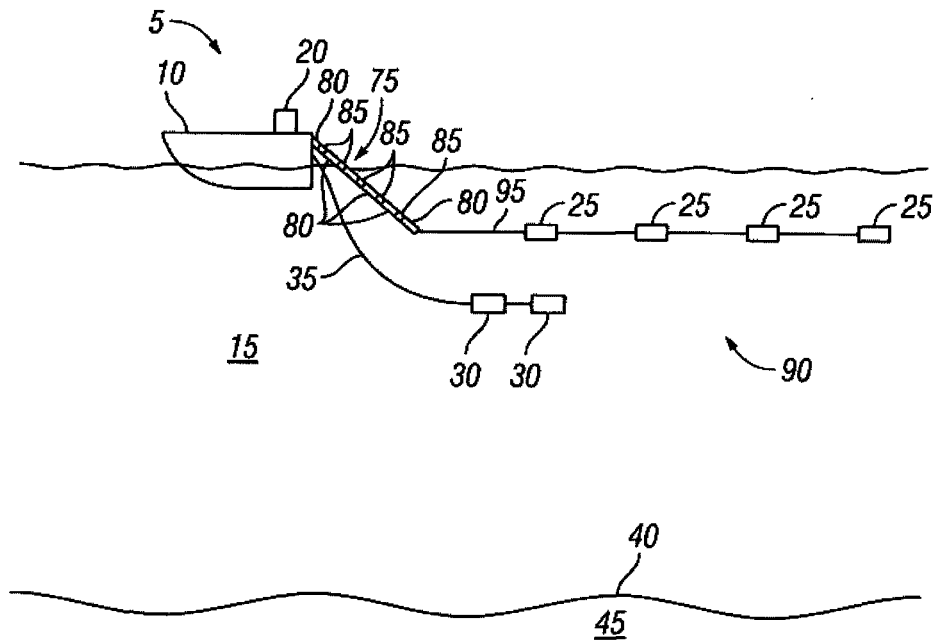


FIG. 4

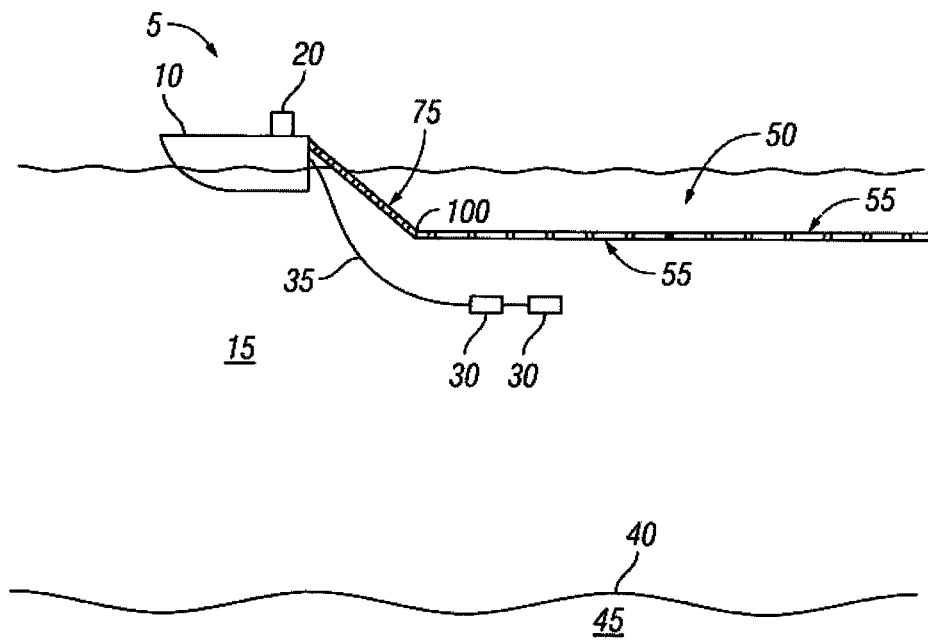


FIG. 5

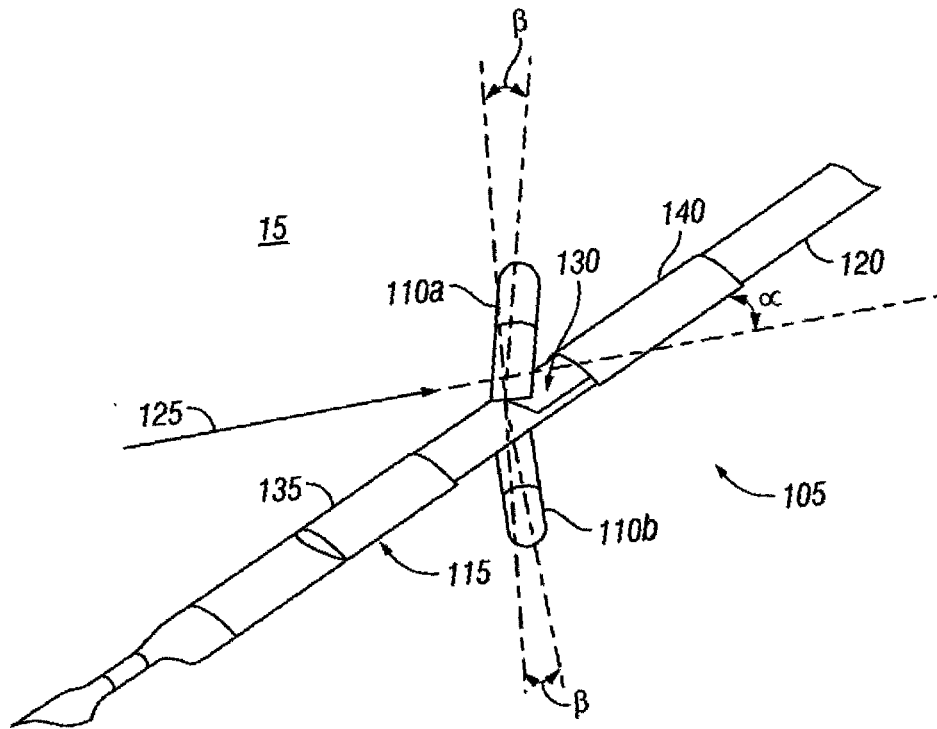


FIG. 6

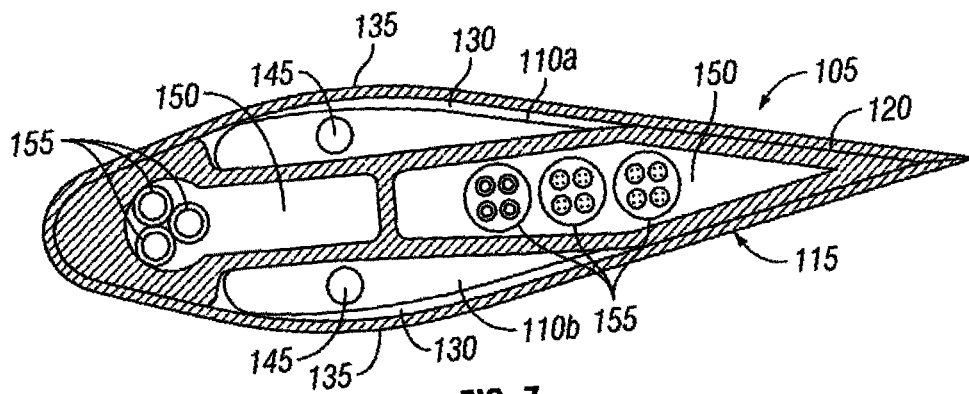


FIG. 7

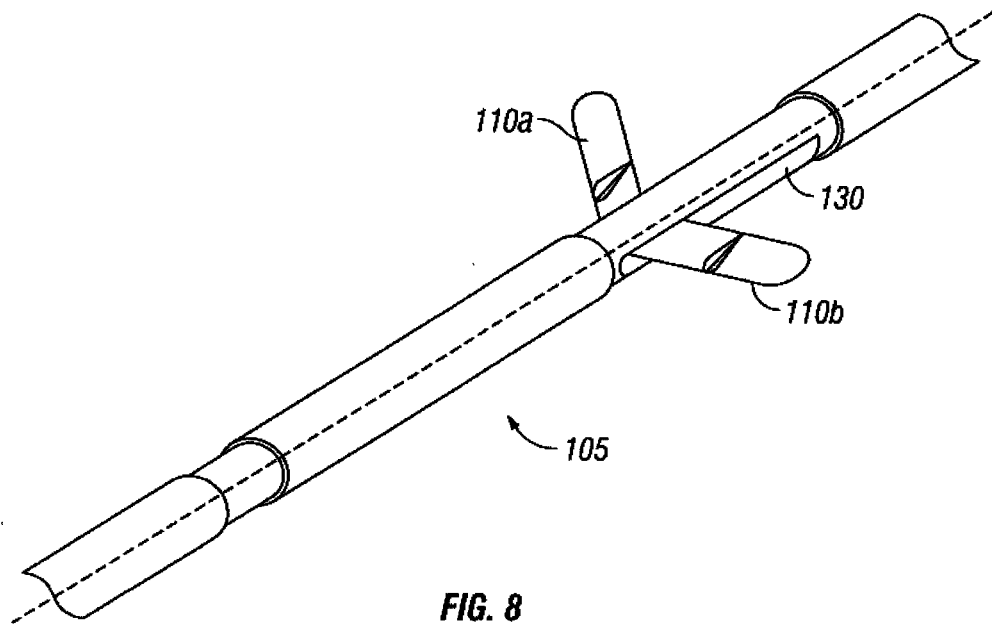


FIG. 8

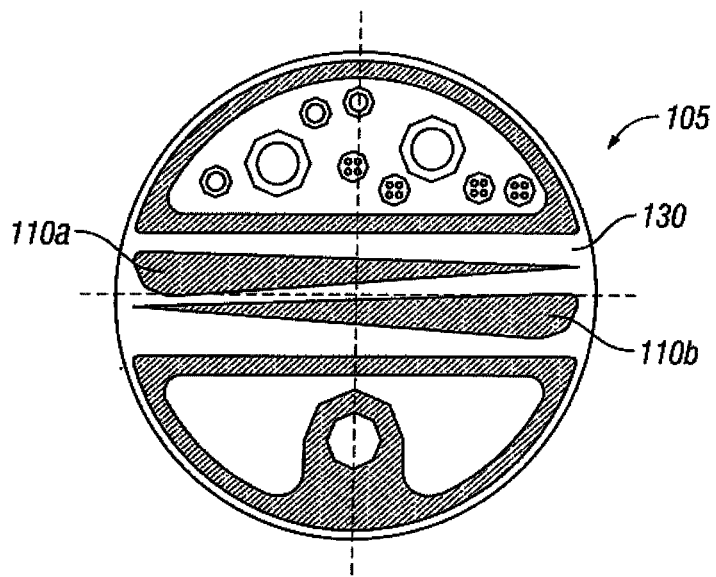
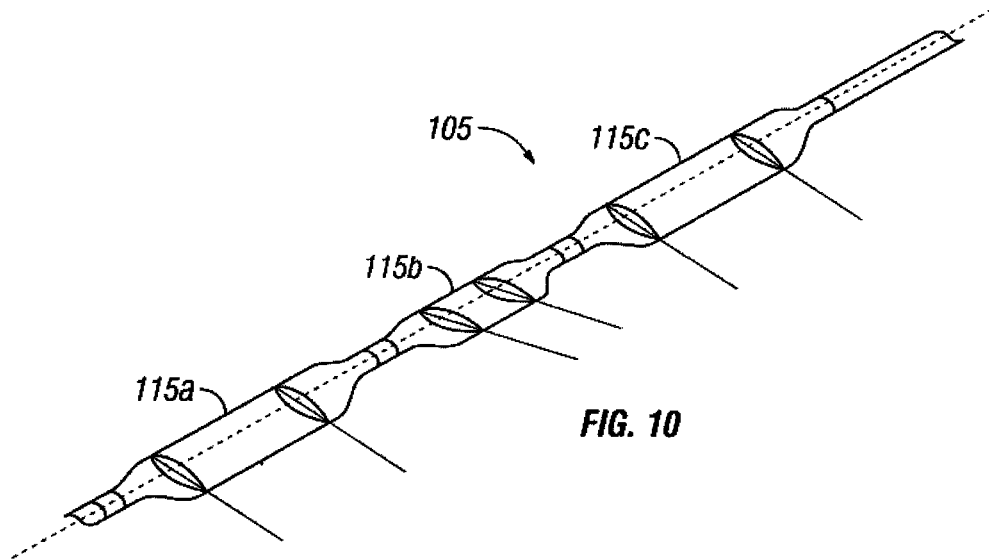


FIG. 9



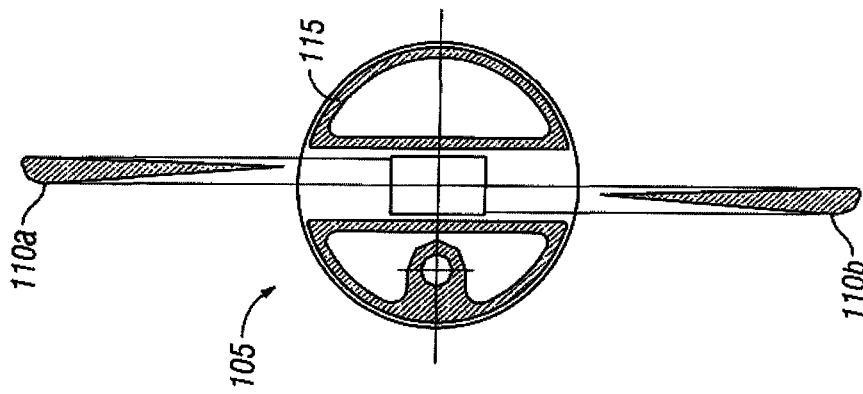


FIG. 11

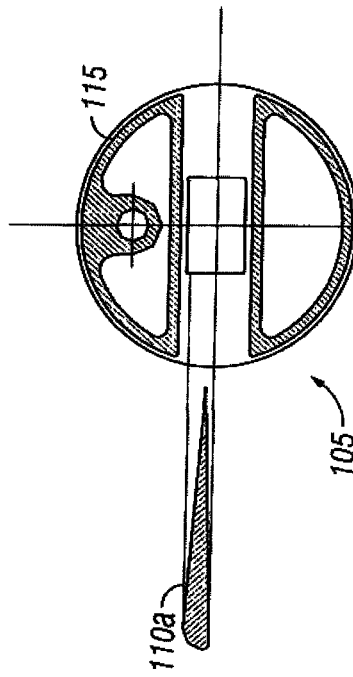


FIG. 12

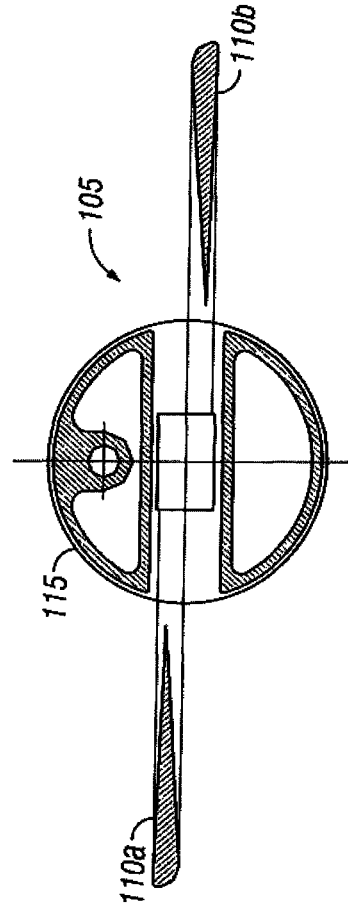


FIG. 13

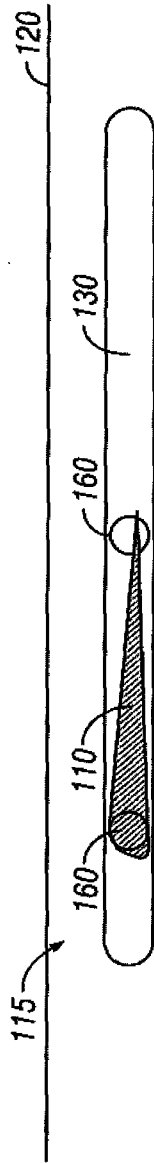


FIG. 14

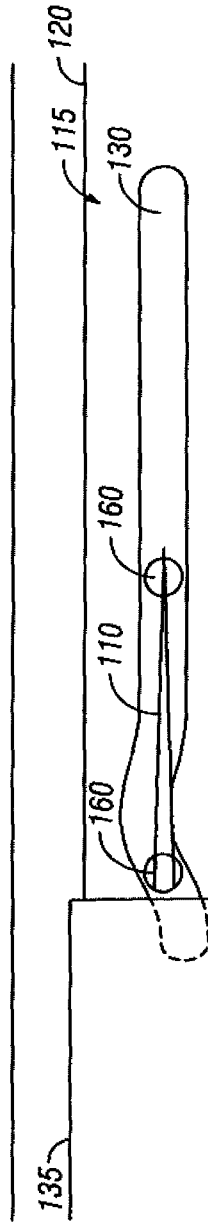


FIG. 15

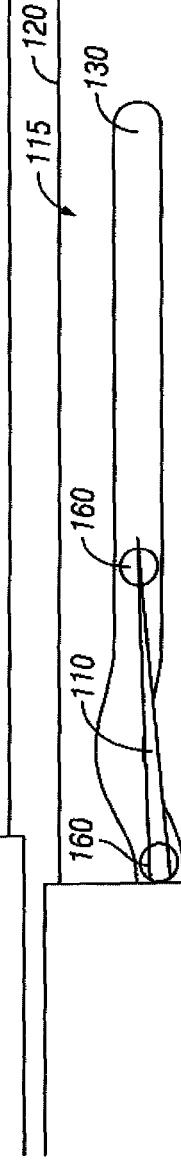


FIG. 16

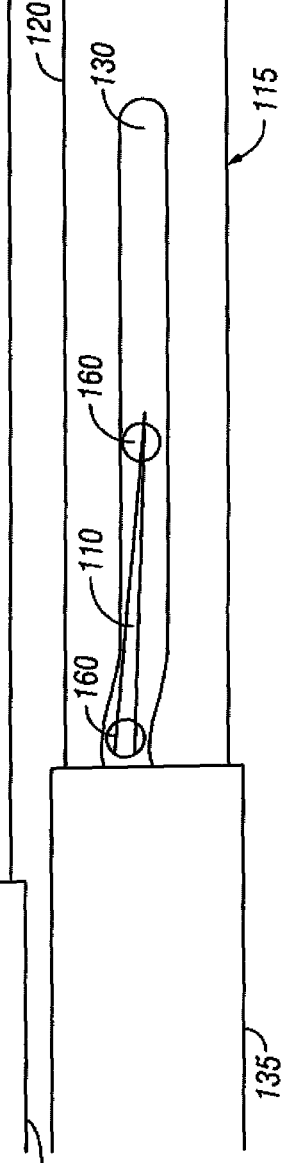


FIG. 17

9/20

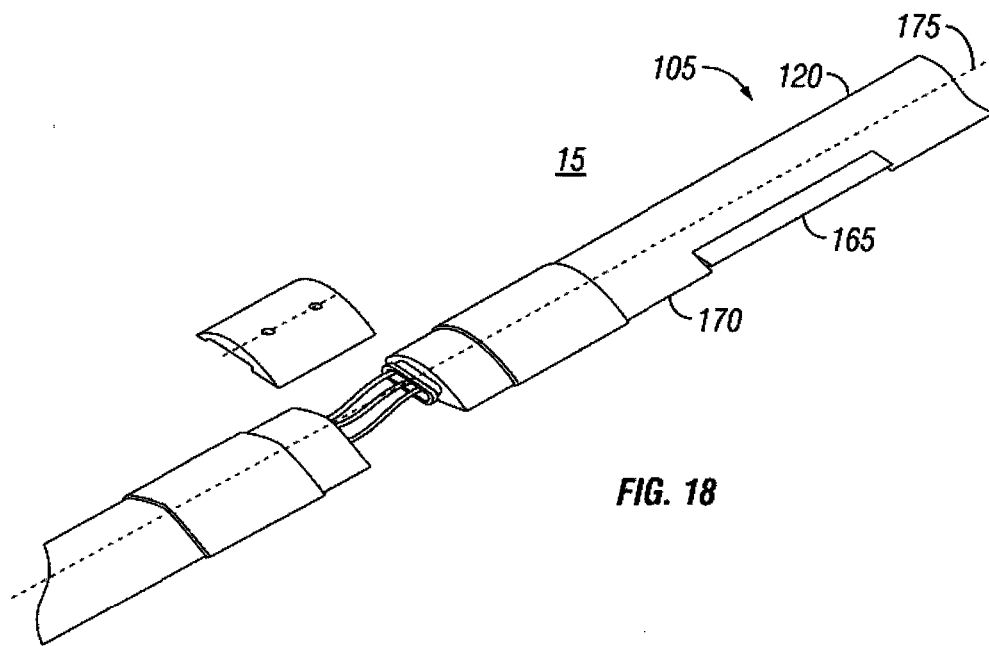


FIG. 18

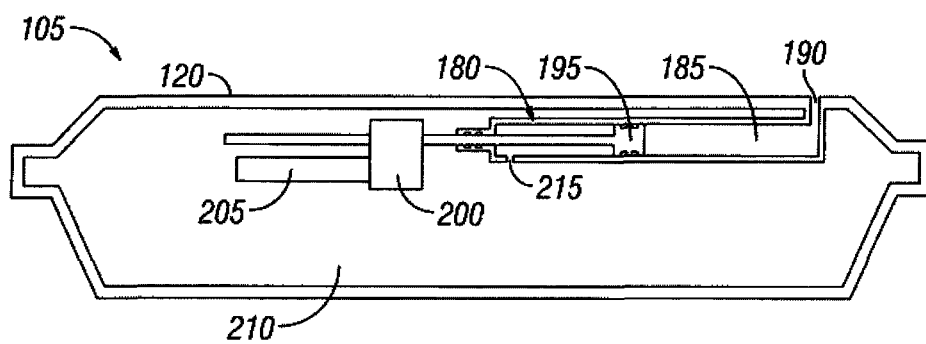


FIG. 19

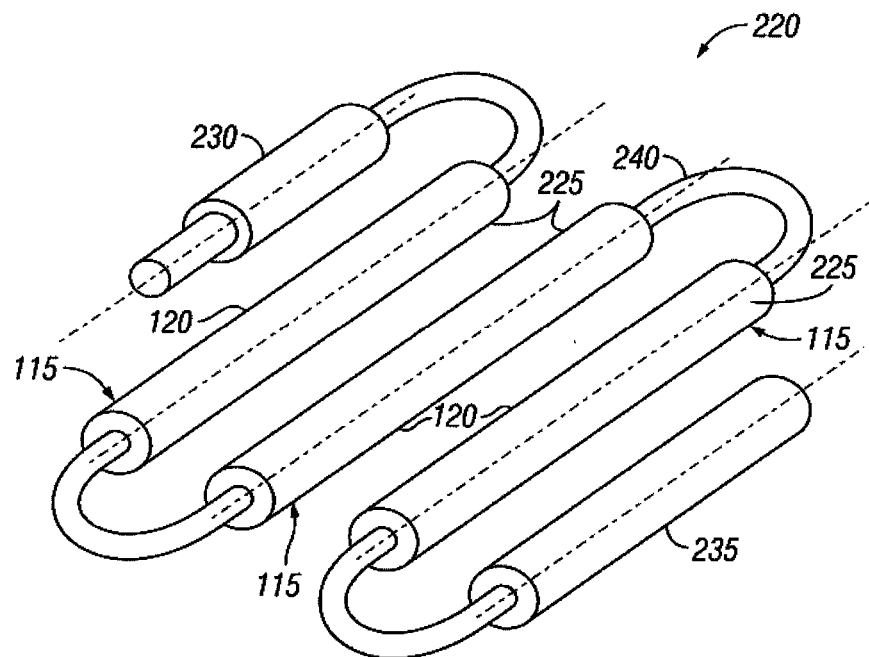


FIG. 20

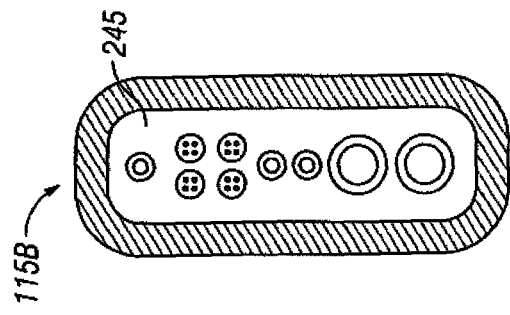


FIG. 21B

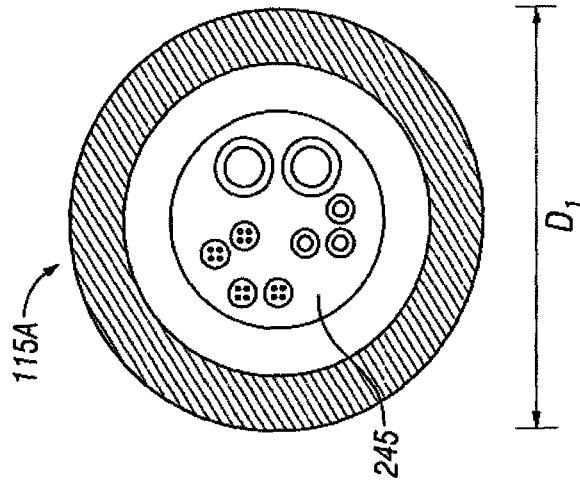


FIG. 21A

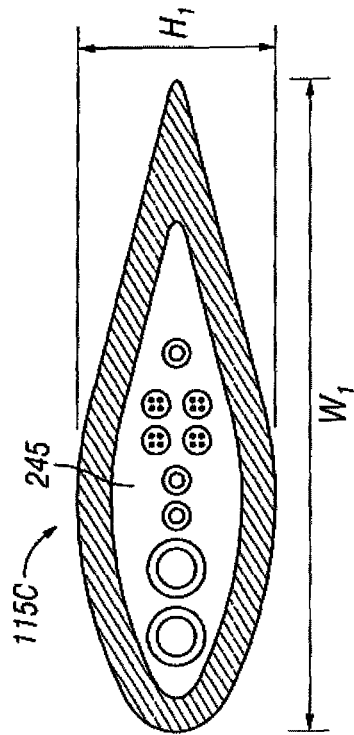


FIG. 21C

12/20

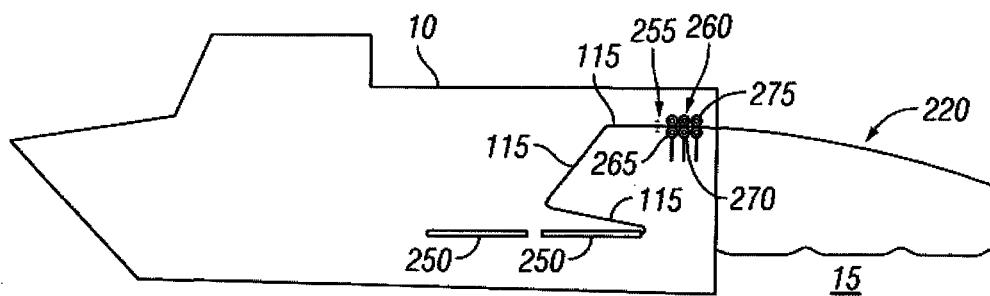


FIG. 22

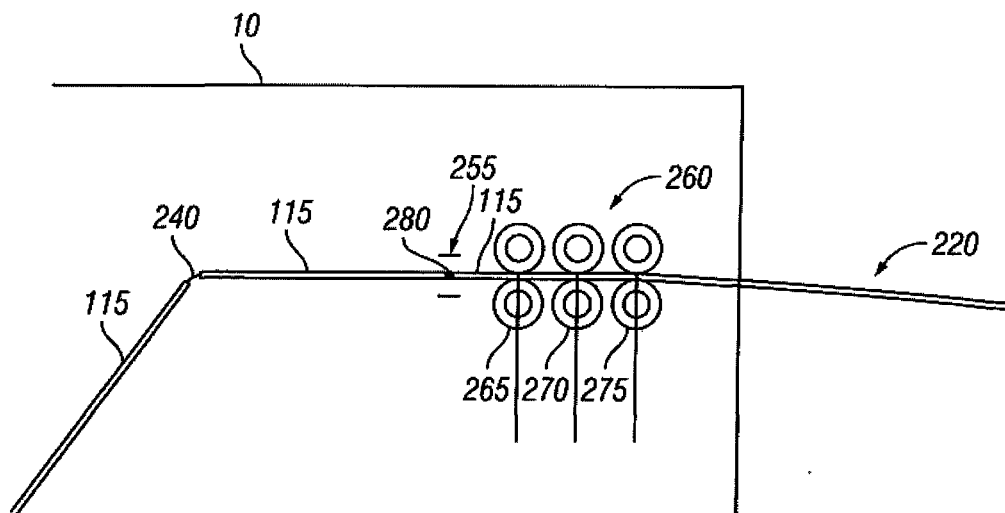


FIG. 23

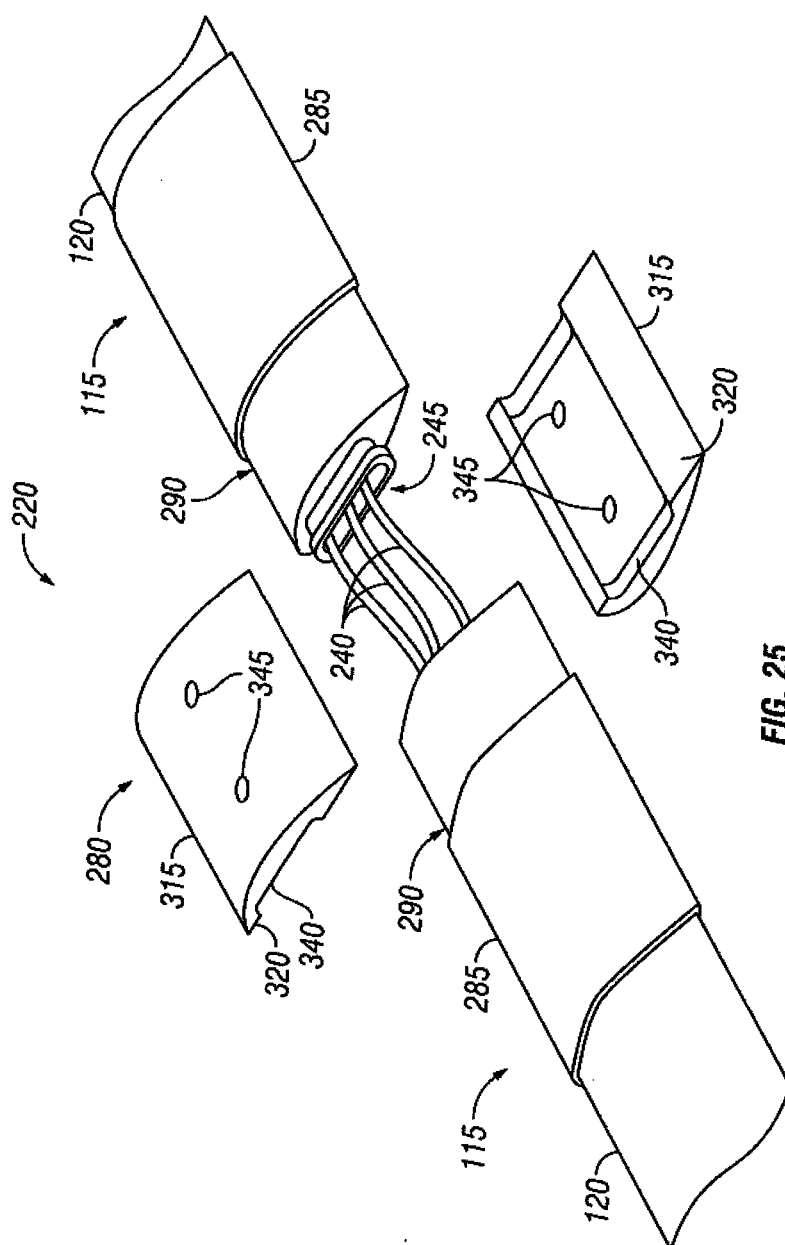


FIG. 25

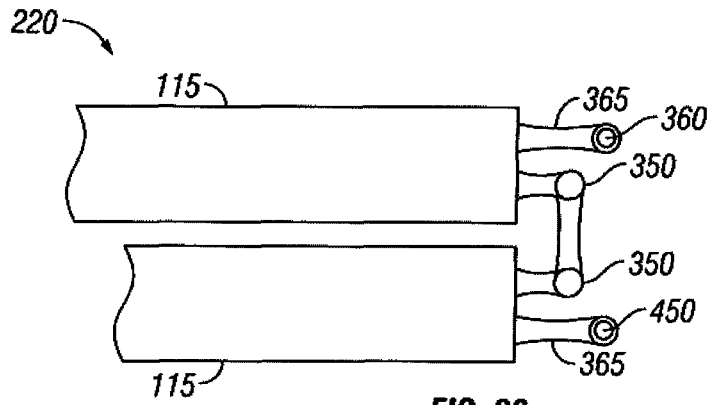


FIG. 26

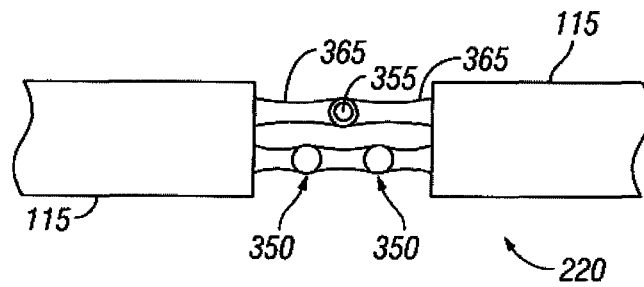


FIG. 27

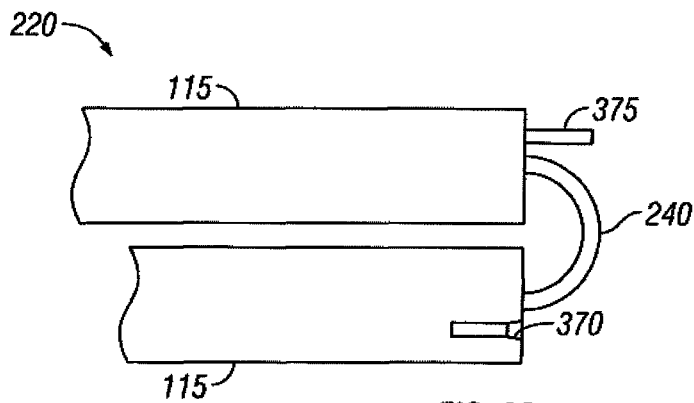


FIG. 28

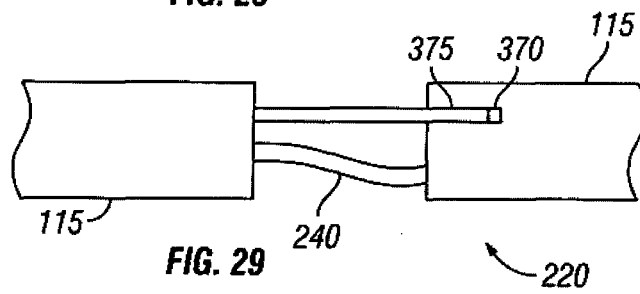


FIG. 29

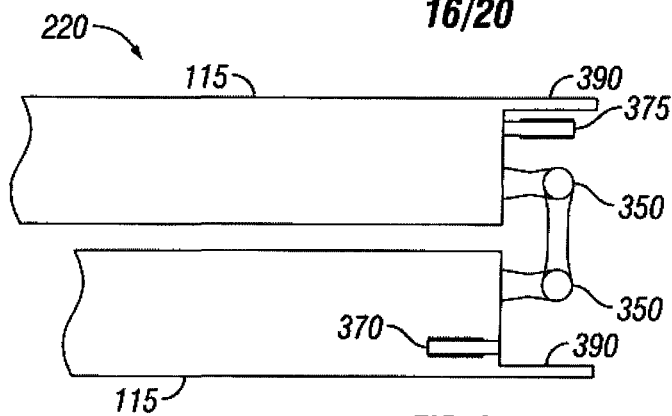


FIG. 30

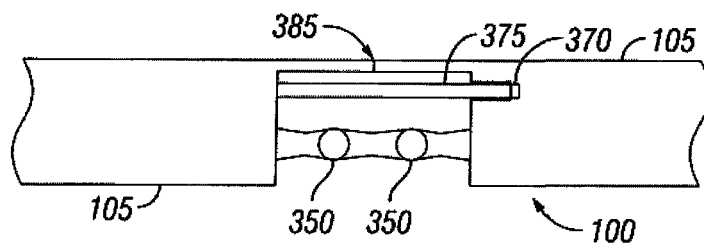


FIG. 31

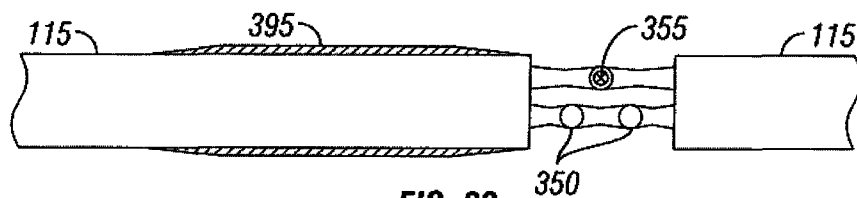


FIG. 32

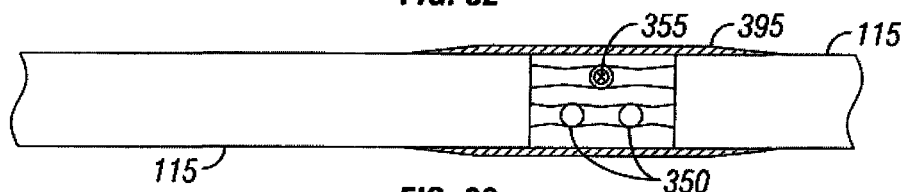


FIG. 33

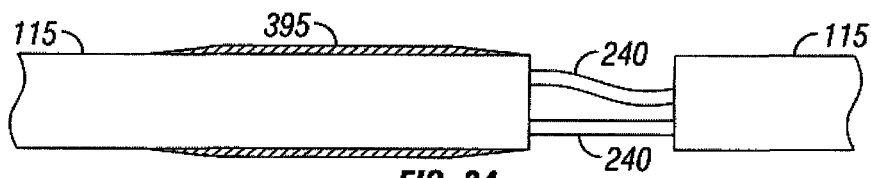


FIG. 34

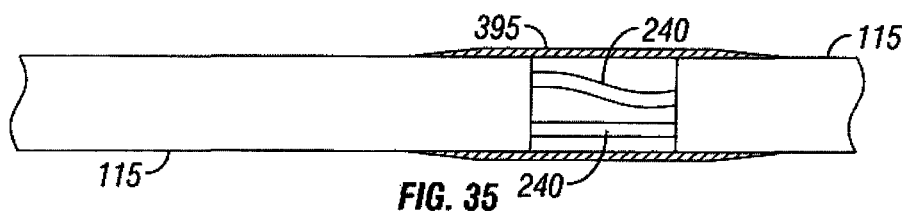


FIG. 35

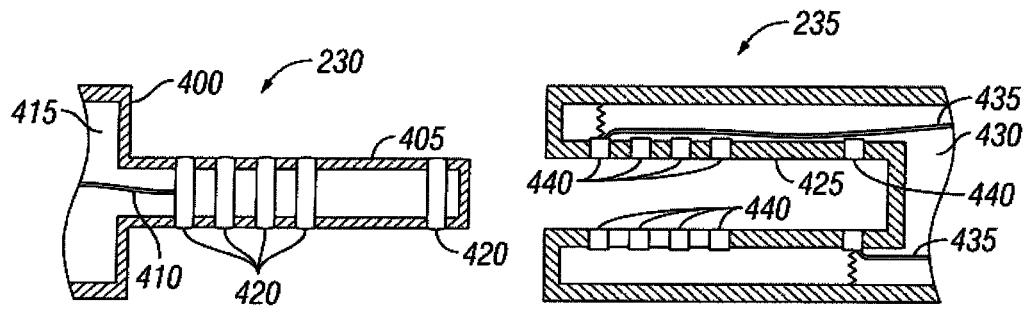


FIG. 36

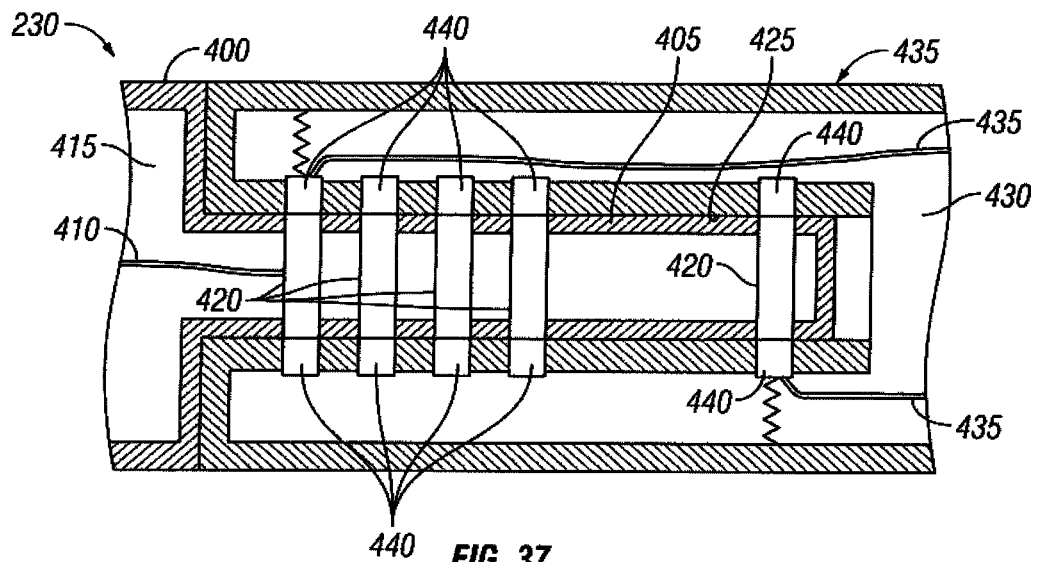


FIG. 37

18/20

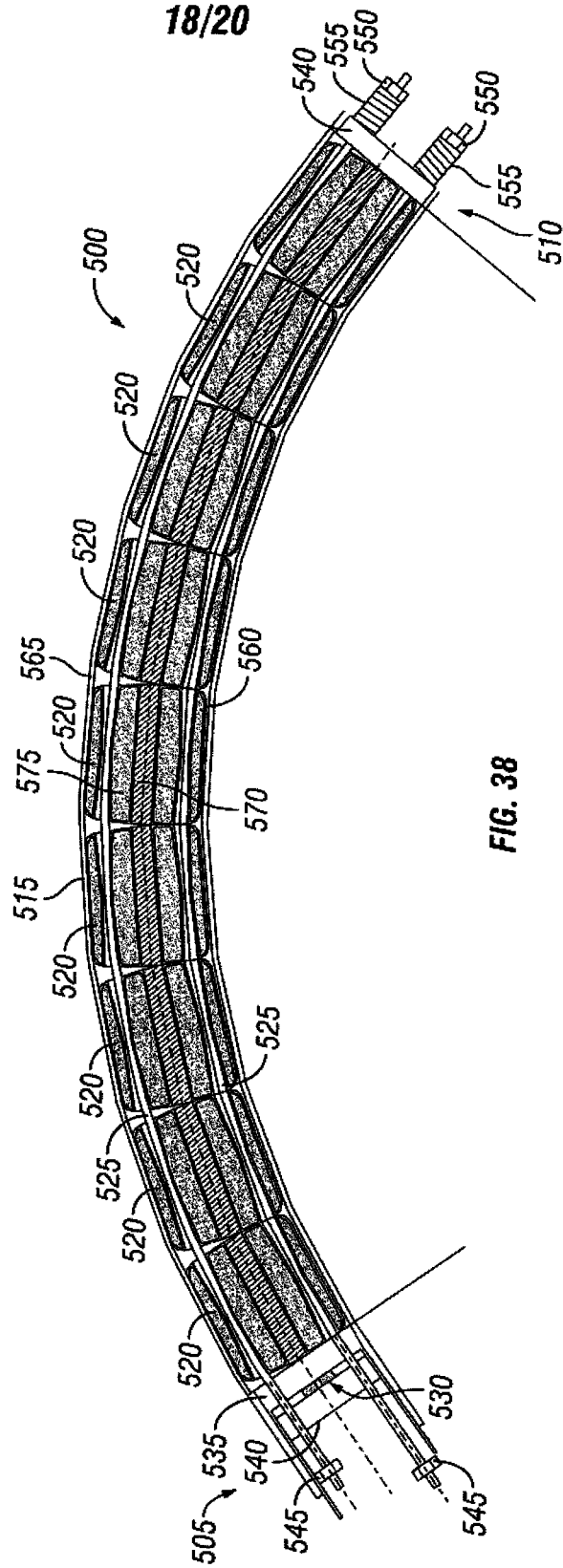


FIG. 38

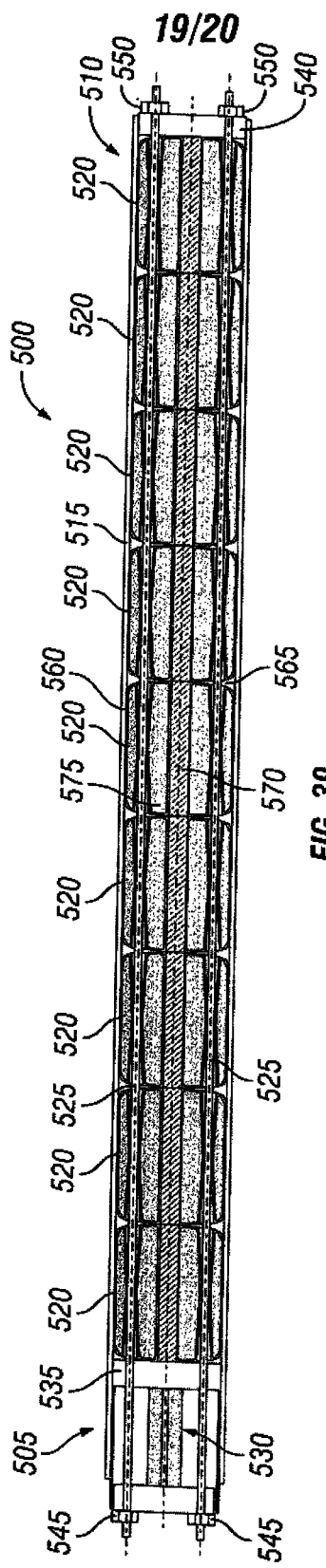


FIG. 39

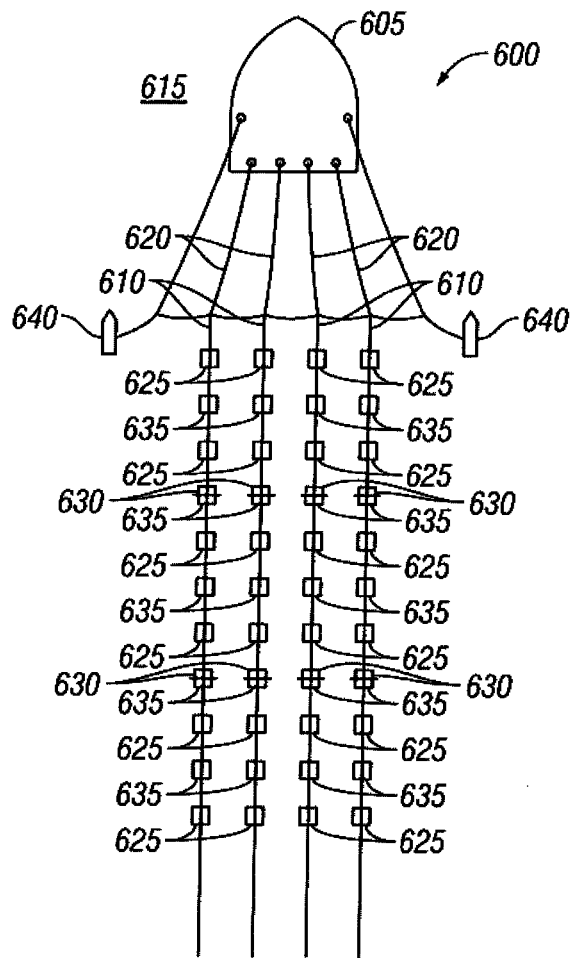


FIG. 40
(Prior Art)