



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20092575

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 1/38 (2006.01)

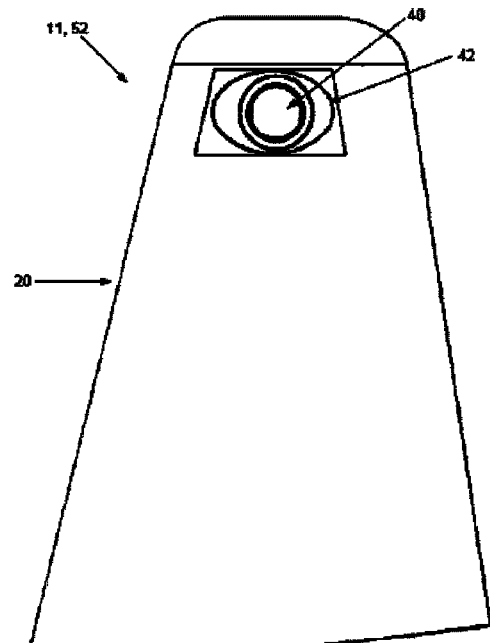
G01V 1/16 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20092575	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2009.07.07	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2009.07.07	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2011.01.10		
(73)	Innehaver	Kongsberg Seatex AS, Pirsenteret, 7462 TRONDHEIM, Norge		
(72)	Oppfinner	Arne Rinnan, c/o Kongsberg Seatex AS, Pirsenteret, 7462 TRONDHEIM, Norge Ola Erik Fjellstad, c/o Kongsberg Seatex AS, Pirsenteret, 7462 TRONDHEIM, Norge Olav Magnus Berge, Reirveien 31, 3185 SKOPPUM, Norge Jan Erik Faugstadmo, Karlsvikveien 16, 3150 TOLVSRØD, Norge Sveinung Skjervheim, Heimdalsgate 4, 3182 HORTEN, Norge Snorre Bache, 7074 SPONGDAL, Norge		
(74)	Fullmektig	Curo AS, Industriveien 53, 7080 HEIMDAL, Norge		

(54)	Benevnelse	Styringsinnretning og fremgangsmåte for posisjonering av instrumentert tauet kabel i vann
(57)	Sammendrag	

Styringsinnretning (10, 50) for å styre posisjonen til en instrumentert tauet kabel i vann, så som en marin seismisk streamer, og/eller et instrumentert tauet kabelarray (streamer-array) med muligheten til å styre de individuelle instrumenterte kablene både i form og posisjon i forhold til andre instrumenterte kabler og dermed motvirke sidestrøm og/eller andre dynamiske krefter som virker på et trukket array bak et seismisk kartleggingsfartøy, hvilken styringsinnretning (10, 50) er forsynt med ett eller flere akustikkmidler, så som akustiske sender-/mottakerelementer (40), anordnet til eller integrert i styringsinnretningens vinger (11, 52), hovedkropp (12, 53) eller motor og drivverkhus (51) for posisjons- og avstandsbestemmelse. Oppfinnelsen omfatter også en fremgangsmåte for posisjons- og avstandsbestemmelse ved hjelp av styringsinnretningen (10, 50).



Styringsinnretning og fremgangsmåte for posisjonering av instrumentert tauet kabel i vann

Oppfinnelsen gjelder et en styringsinnretning for posisjonering av instrumentert tauet kabel i vann, så som en marin seismisk streamer, og/eller et instrumentert tauet kabelarray (streamer-
5 array), hvor styringsinnretningen er forsynt med akustikkmidler i forbindelse med en eller flere vinger, hovedkropp eller andre egnete steder for posisjonsbestemmelse og avstandsmålinger, i samsvar med innledningen til patentkrav 1. Oppfinnelsen gjelder også en fremgangsmåte for posisjonsbestemmelse og avstandsmålinger, ved hjelp av en styringsinnretning i samsvar med oppfinnelsen, i samsvar med innledningen til patentkrav 13.

10

Bakgrunn

En seismisk instrumentert kabel (streamer) er en langstrakt kabelliknende struktur (ofte opptil flere tusen meter lang), som omfatter et array av hydrofonkabler og assosiert med elektrisk utstyr langs dens lengde, og som brukes i marin seismisk kartlegging. For å utføre en 3D/4D seismisk
15 kartlegging trekkes et flertall slike instrumenterte kabler bak et kartleggingsfartøy. Akustiske signaler produseres ved at de seismiske kildene er rettet ned gjennom vannet og inn i havbunnen under, hvor de reflekteres av de ulike lagene. De reflekterte signalene er mottatt av hydrofonkablene og så digitalisert og behandlet for å danne en representasjon av lagene i området som kartlegges.

20

De instrumenterte kablene er typisk trukket med en konstant dybde på omtrent fem-ti meter, for å fremme fjerning av uønskede "falske" refleksjoner fra overflaten av vannet. For å holde de instrumenterte kablene ved en konstant dybde, er styringsinnretninger kjent som "bird" festet til hver instrumentert kabel med intervaller på 200 til 300 meter.

25

Små variasjoner i dybde og sideveis bevegelse er unngåelig. Hovedårsaken til variasjoner i dybden er lange periodiske bølger. Generelt er den mest kritiske situasjonen når det trekkes i den samme retningen som dønningene. Sideveis bevegelse av instrumenterte kabler er hovedsakelig forårsaket av havstrømningskomponenter vinkelrett på trekkretningen. I tilfeller med både dønninger og sidestrømspåvirkning er det økt fare for at de instrumenterte kablene vikler seg inn i hverandre.

30

Kabelstrekket avtar proporsjonalt med avstanden fra trekkpunktet. Derfor vil små variasjoner i sideveis bevegelse og vertikal bevegelse tendere til å ha større amplituder nær halen av de instrumenterte kablene. Imidlertid vil ikke kreftene som virker vinkelrett på den instrumenterte kablen fordeles uniformt over kabelens lengde og de vil endres over tid ettersom det trukne arrayet beveges fremover.

Under en seismisk kartlegging er de instrumenterte kablene tiltenkt å opprettholdes i en rett linje, parallell til hverandre, likt adskilt og på samme dybde. Imidlertid, etter utsetting av de instrumenterte kablene, må vanligvis fartøyet kjøre i en rett linje i minst tre kabellengder før kabelfordelingen er tilstrekkelig nært det ideale oppsettet og kartlegging kan starte. Dette øker tiden det tar å utføre en kartlegging og derfor økes kostnadene ved kartleggingen. Imidlertid, pga. havstrømninger feiler de instrumenterte kablene i akkurat å følge banen til det seismiske kartleggingsfartøyet og noen ganger avviker fra denne banen med en vinkel, kjent som "feathering angle". Dette kan negativt påvirke dekningen av kartleggingen, hvilket ofte krever at deler av kartleggingen må repeteres. Ved veldig uheldige omstendigheter kan de instrumenterte kablene vikles inn i hverandre, spesielt ved enden av de instrumenterte kablene, som kan medføre betydelig skade og betydelig finansielt tap.

US 6 011 752 (Loran, D. Ambs m. fl.) beskriver en seismisk instrumentert kabelposisjoneringsstyringsmodul som har en kropp med en første og andre ende, med et gjennomgående hull derimellom for mottak av en seismisk instrumentert kabel, minst en styringsoverflate, minst en fordypning hvori initialt er plassert den minst ene styringsoverflaten, hvor styringsoverflaten er bevegelig koblet til kroppen for bevegelse fra og inn i fordypningen og for bevegelse når den er utstrakt fra kroppen for posisjonsjustering.

US 6 671 223 B2 (Bittleston, Simon Hastings) beskriver en styringsinnretning eller "bird" for styring av posisjonen til en marin seismisk instrumentert kabel, hvilken er forsynt med en langstrakt, delvis fleksibel kropp som er utformet for å bli elektrisk og mekanisk koblet i serie med en instrumentert kabel. I en foretrukket form har styringsinnretningen to motsatte vinger som er uavhengig styrbare for å styre den instrumenterte kabelens laterale posisjon og likedan dybden.

Det er videre kjent å benytte metoder for styring av instrumenterte kabler (streamere) som omfatter bruk av anordninger, slik som GPS-mottakere, magnetiske kompass, akustiske sendere, tradisjonelle hydrofoner, eller akustiske mottakere spesielt dedikert for posisjonsbestemmelse. Bruk av eksternt monterte kompasser har den ulempen at de noen ganger mistes eller blir ødelagt pga. at de instrumenterte kablene vikler seg sammen eller i forbindelse med andre kollisjons-situasjoner, og kompassene medfører strømningsstøy på nærliggende seismiske instrumenterte kabler. I tillegg strømforsynes kompassene av batterier som må byttes ut ved gitte intervaller, og kompassene må kalibreres, repareres og skiftes ut, noe som medfører økte kostnader og tidsforbruk.

Fra US 5 761 153 er det kjent bruk av både magnetiske kompasser og akustiske sender-/mottakerenheter, men disse er også plassert eksternt, noe som gjør de utsatte for skade som nevnt ovenfor i forbindelse med bruk av kompass.

Fra US 4 992 9901 er det kjent bruk av akustiske sender-/mottakerenheter som er anordnet utover hele den instrumenterte kabelen. Posisjon bestemmes gjennom trilaterasjon av overføringstider (og følgelig avstanden) mellom sender-/mottakerelementer for å danne et trekantnettverk, hvor det benyttes to kjente posisjoner, fortrinnsvis posisjon for fartøy og flottør, mens sender-/mottakerenheten er den tredje posisjonen som beregnes i trekantnettverket. Denne måte å gjøre det på er forbundet med problemer dersom det oppstår mekanisk eller elektrisk feil i hydrofonkabler eller andre steder i systemet. Denne publikasjonen har også de samme problemene som beskrevet ovenfor hva gjelder eksternt monterte sender-/mottakerenheter.

10 Fra US 4 912 682 er det kjent å benytte ultrasoniske sonarsendere som er posisjonert langs en instrumentert kabel, og seismiske mottakere som er posisjonert langs den instrumenterte kabelen, slik at det er tre ganger så mange mottakere som sendere. Imidlertid løser ikke denne publikasjonen ulempene som er nevnt for publikasjonene ovenfor.

15 US 6 839 302 beskriver en løsning på de ovenfor nevnte problemene ved å foreslå en spesiell seksjon som kan monteres mellom tradisjonelle seksjoner av den instrumenterte kabelen. Imidlertid er dette en løsning som er kostbar og arbeidskrevende, og kan i tillegg føre til begrenset dataredundans og kvalitet, siden det begrenser hvor sender-/mottakerenhetene kan plasseres.

20 Fra US 7 376 045 er det kjent et system som er tiltenkt å løse alle problemene med de ovenfor nevnte løsningene. I US 7 376 045 er beskrevet et system som omfatter et antall akustiske sendere montert inne i de instrumenterte kablene og innrettet for å sende bredbåndssignaler med lav krysskorrelasjon mellom signalene fra forskjellige sendere; et antall akustiske mottagere montert inne i de instrumenterte kablene og innrettet for å motta signalene fra senderne; minst en prosessor innrettet for å krysskorrelere signalene som er mottatt ved mottagerne, med kopier av sendersignalene for å bestemme identiteter av senderne av de mottatte signalene og for å 25 bestemme forplantningstider for de mottatte signalene; og en hovedprosessor innrettet for å omforme forplantningstidene til avstander mellom de identifiserte senderne og mottagerne, og for å bestemme relative posisjoner av de instrumenterte kablene ut fra avstandene. En stor ulempe med US 7 376 045 er at det krever at sender-/mottakerelementer anordnes i den instrumenterte kabelen og det er noe som er plasskrevende i en instrumentert kabel. En annen 30 ulempe er at dersom det oppstår mekaniske eller elektriske feil ved sender-/mottakerelementene så må hele seksjoner av kabelen byttes ut. I tillegg vil avstanden fra der posisjonen beregnes være forskjellig fra den posisjonen hvor styringsinnretningen er anordnet, noe som kan gi en unøyaktig styring av den instrumenterte kabelen.

35 De nevnte styringsinnretninger og styringsmåtene ovenfor er videre er forbundet med en rekke andre ulemper. Styringsinnretninger som henger under den instrumenterte kabelen produserer

betydelig støy ettersom de trekkes gjennom vannet. Denne støyen blander seg med de reflekterte signalene detektert av hydrofonkablene i de instrumenterte kablene. Noen av styringsinnretningene omfatter et par vinger eller ror som er montert på en roterbar struktur som omgir den seismiske instrumenterte kabelen for å generere en løftekraft i en spesifikk retning. Dette er en relativt kostbar og relativt kompleks elektromekanisk konstruksjon som er veldig sårbar i undervannsoperasjoner.

Formål

Hovedformålet med oppfinnelsen er å skape en styringsinnretning (system) som helt eller delvis fjerner ulempene ved kjent teknikk. Det er videre et formål å skape en styringsinnretning som er forsynt med akustikkmidler for nøyaktig posisjonsbestemmelse og nøyaktige avstandsmålinger for den instrumenterte kabelen, kabel-arrayet og/eller styringsinnretningene.

Det er videre et formål å skape en fremgangsmåte for posisjonsbestemmelse og avstandsmålinger ved hjelp av akustikkmidlene anordnet i forbindelse med styringsinnretningen. Det er videre et formål med den foreliggende oppfinnelsen at den skal være energisparende.

Oppfinnelsen

En styringsinnretning i samsvar med oppfinnelsen er angitt i patentkrav 1. Fordelaktige trekk og detaljer ved styringsinnretningen er beskrevet i patentkravene 2-12.

En fremgangsmåte for posisjonsbestemmelse og avstandsmålinger i samsvar med oppfinnelsen er angitt i patentkrav 13.

Fordelaktige trekk og detaljer ved fremgangsmåten er beskrevet i patentkravene 14-20.

En styringsinnretning for å styre en instrumentert kabel eller kabel-array, så som en seismisk streamer, da spesielt en multiseksjonsstreamer, i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen er basert på styringsinnretningene søkers norske patentsøknader NO 20080145, NO 20083830 og NO20063182. NO 20080145 og NO 20083830 beskriver styringsinnretninger som er dannet av en hovedkropp og minst tre vinger, såkalte smartvinger, eller minst tre motor og drivverkhuss forsynt med vinger. Betegnelsen smartvinge benyttes for å illustrere at vinge, strømforsyning (batterier), styringsmidler, drivmidler, samt sensorer er innebygd i en og samme enhet, omtalt som en smartvinge, hvilken vinge lett kan settes på og tas av. Alternativet som omfatter motor og drivverkhuss benyttes for å illustrere at strømforsyning (batterier), styringsmidler, drivmidler, samt sensorer er innebygd i en og samme enhet, omtalt som et motor og drivverkhuss som igjen er forsynt med en vinge, hvilket motor og drivverkhuss og vinge danner en avtakbar enhet som lett kan settes på og tas av. NO 20063182 beskriver en styringsinnretning hvor strømforsyning (batterier), styrings-

midler, drivmidler er anordnet i hovedkroppen, mens avtakbare eller faste vinger er tilordnet kroppen.

Hovedkroppen er fortrinnsvis langstrakt og hovedsakelig rørformet og er ved sine ender forsynt med mekaniske og elektriske tilkoblingsmidler for å festes i serie mellom to tilliggende seksjoner av en instrumentert kabel. Videre er hovedkroppen på tilpassede steder forsynt med feste- og tilkoblingsmidler for smartvinger, motor og drivverkhuss forsynt med vinger, eller bare vinger, hvilken hovedkropp er tilpasset de ulike alternativene.

Styringsinnretningen omfatter som nevnt fortrinnsvis minst tre slike smartvinger, tre motor og drivverkhuss forsynt med vinger eller bare tre vinger, jevnt fordelt rundt hovedkroppen.

I den videre beskrivelsen vil det bli tatt utgangspunkt i styringsinnretningene beskrevet i NO 20080145 og NO 20083830, spesielt NO 20083830. Smartvingene er fortrinnsvis todelt i form av en festedel og en vingedel, hvor festedelen er tilpasset for tilkobling med hovedkroppen via tilpassede feste- og tilkoblingsmidler. Vingedelen, hvilken huser mekanikk, elektronikk, styringsmidler og sensorer, er koblet til festedelen ved hjelp av en aksling og vingedelen strekker seg vinkelrett ut fra festedelen og likedan hovedkroppen. Vingdelen omfatter et ytre beskyttende hus, fordelaktig i hardplast, hvilket hus dannes av to deler som settes sammen til en enhet med vingeform/rørform, hvilken har en avsmalende bredde ut fra hovedkroppen mot enden av vingedelen.

Fstedelen har en form som er tilpasset feste- og tilkoblingsmidlene til hovedkroppen for avtakbar festing, og kan sees på som et hurtigfeste. Fstedelen omfatter videre tilkoblingsmidler for å koble smartvingen elektronisk og signalmessig til den instrumenterte kabelen/hovedkroppen. Disse tilkoblingsmidlene kan være en mekanisk tilkobling eller i form av trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon, dvs. signaler/data, og energi mellom hovedkroppen og vinger. Det vil da ikke være behov for mekaniske tilkoblinger for energi og kommunikasjon mellom hovedkropp og vinger og at det dermed ikke er noen fare for lekkasje. En slik løsning trenger bare en mekanisk festing av vingene til hovedkroppen.

Trådløs/kontaktløs overføring av energi og/eller kommunikasjon kan videre benyttes til å løse vingene eller motor og drivverkhussene forsynt med vinger fra hovedkroppen uten å bruke verktøy. Det gir også muligheter for fjernstyrt utløsning av vingene eller motor og drivverkhussene forsynt med vinger. Ved at styringsinnretningen er forsynt med trådløs/ kontaktløs kommunikasjon vil det også være mulig med kommunikasjon med en ekstern enhet for kalibrering og diagnostikk, eksempelvis på akterdekket til et fartøy.

Hver vingedel, både for smartvinge og for alternativet med motor og drivverkhussene forsynt med vinge i en enhet, er roterbar om en akse som strekker seg på tvers av den instrumenterte kabelen og vingene vil respondere til styringssignaler og sensormidler for uavhengig justering av

den respektive vinkelposisjon for nevnte vinge for slik å styre den laterale og vertikale posisjonen til instrumenterte kabelen. Styringsinnretningen omfatter videre sensormidler, så som en rullsensor anordnet i hovedkroppen, for å bestemme rotasjonsposisjonen til den instrumenterte kabelen og hovedkroppen i et plan som er vinkelrett på den langsgående akse til den instrumenterte kabelen. Styringsinnretningen er fortrinnsvis videre også forsynt med en dybde-

5 sensor, så som en trykksensor, plassert i hovedkroppen.

Ved bruk av styringsinnretningen i en multiseksjonsstreamer som omfatter en elektrisk energilinje, er styringsmidlene, i det minste delvis, anordnet for å motta elektrisk energi fra den elektriske energilinen. Når den instrumenterte kabelen også omfatter en styringslinje er styrings-

10 midlene fortrinnsvis anordnet til å motta kommunikasjonssignaler fra styringslinjen.

For å unngå funksjonsfeil for den instrumenterte kabelen i tilfelle mekanisk skade på styringsmidlene (f.eks. lekkasje), er gjennomføringslederne mellom kabelseksjonene adskilte fra vingemekanismer, styringsmidler og sensorer.

Styringsmidlene omfatter elektriske motorer, fortrinnsvis også gir og kløtsj, og kan også omfatte

15 midler for å måle rotasjonsposisjonen av den instrumenterte kabelen og styringsmidlene, midler for å måle dybde og midler for å måle innbyrdes posisjon mellom de instrumenterte kablene/ styringsinnretningene.

Styringsmidlene er fortrinnsvis festet til smartvingens hus eller til motor og drivverkhuset ved hjelp av egnete midler.

20 En fordelaktig styringsstrategi anvendt på en styringsinnretning i samsvar med oppfinnelsen er ikke basert på en tradisjonell "bank-to-turn"-manøver hvor rotasjonsposisjonen bestemmes fra en kombinasjon av kommandert lateral og vertikal kraft, som generelt varierer kontinuerlig. I stedet styres styringsinnretningen til en predefinert rotasjonsposisjon gitt av kommandert lateral kraft alene, som generelt er statisk i lengre perioder av gangen. Løftet er tilnærmet proporsjonalt med

25 det plane arealet til vingene, med den kvadrerte hastigheten gjennom vann, og med vingeangrepsvinkelen som er styrbar gjennom styringsmidlene.

Styringsmidlene vil drives basert på kommandomeldinger/innstillinger gjennom den instrumenterte kabelen fra en styringsenhet om bord på fartøyet som utfører operasjonen.

Som nevnt er smartvingene eller motor og drivverkhusene forsynt med vinger avtakbart festet

30 til hovedkroppen og styringsinnretningene er fortrinnsvis fordelt ut langs den fulle kabellengden, fordelaktig med tilnærmet samme avstand imellom.

Styringsinnretningene er anordnet for å styre både den vertikale og den laterale bevegelsen, fortrinnsvis samtidig. Styringsmidlene kan sette opp det kommanderte løftet ved hjelp av aktuatorer (motorer). Smartvingene og motor og drivverkhusene forsynt med vinger er fortrinnsvis

35 anordnet symmetrisk rundt den instrumenterte kabelens lengdeakse og hovedkroppen.

Den ovenfor nevnte styringsmåten er bare en av mange styringsmåter som kan implementeres for en instrumentert kabel som er forsynt med styringsinnretninger i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen, noe blant annet søkerens patentsøknad NO 20063182 beskriver.

Den ovenfor nevnte måten for å styre den enkelte styringsinnretningen er imidlertid en forenkelt fremstilling av hvordan en instrumentert tauet kabel eller et kabel-array styres. Styringen av et kabel-array er meget komplisert og det er ikke nok å bare styre de enkelte kablene, men i tillegg trenger man å vite posisjonen til den/de instrumenterte kabelen(e) og den nøyaktige posisjonen til styringsinnretningen(e) for å oppnå en optimal styring av de instrumenterte kablene eller kabel-arrayet.

For dette omfatter en styringsinnretning i samsvar med oppfinnelsen en eller flere akustiske sender-/mottakerelementer (transduser), hvilke elementer fortrinnsvis er integrert i eller anordnet til en eller flere vinger av styringsinnretningen, integrert i eller anordnet til et eller flere motor og drivverkhuss, eller integrert i eller anordnet til selve hovedkroppen. Sender-/mottakerelementene er fortrinnsvis en enhet som er direktiv i to retninger, men kan også være delt i sender og mottaker.

Gjennom dette oppnås plassering av akustikkmidlene på en stabilisert plattform (rull, dybde), noe som gir bedre nøyaktighet enn hva som kan oppnås gjennom bruk av kjent teknikk, hvor akustiske sendere og mottakere er anordnet i selve kabelen eller mellom seksjoner av kabelen.

Ved anordning av akustikkmidlene i forbindelse med selve styringsinnretningen, vil dette kunne gi nøyaktig posisjon for styringsinnretningen og/eller de(n) tauede instrumenterte kabelen(e). Dette er noe som medfører bedre betingelser for styring av den tauede kabelen eller kabel-arrayet, ved at det er en liten arm fra målepunkt til ønsket referansepunkt for styringsinnretningen, i motsetning til kjent teknikk, hvor som nevnt akustiske sendere og mottakere er plassert inne i kabelen eller i seksjoner av kabelen og dermed gir målepunkter som er forskjellige fra der hvor styringsinnretningen skal påføre retningsstyring på kabelen.

Den foreliggende oppfinnelsen skaper en kompakt konstruksjon med færre deler enn hva som er tilfelle ved kjent teknikk, og akustiske sendere og mottakere trenger ikke implementeres i kabelen, noe som medfører betydelig spart plass i kabelen som er av en gitt størrelse.

Som nevnt er sender-/mottakerelementene fortrinnsvis direktiv i to retninger. Sender-/mottakerelementene er fortrinnsvis bredbånds sender-/mottakerelementer som er innrettet for å sende/motta DSSS-signaler ("DSSS - Direct Sequence Spread Spektrum"). Videre er sender-/mottakerelementet innrettet for å samtidig motta et flertall kodede signaler. Fortrinnsvis har sender-/mottakerelementene et flertall doppler-kanaler for å utføre optimal behandling med hensyn til doppler. Fortrinnsvis omfatter sender-/mottakerelementene et sett med matchende filtre for hver doppler-kanal.

Gjennom den foreliggende oppfinnelsen kan dermed ønsket dekningsområde kombineres med minimum utsendt akustisk energi og best mulig maskering av uønsket mottatt akustisk energi.

Videre vil anordning av akustisk sender-/mottakerelement i forbindelse med styringsinnretningen medføre at sender-/mottakerelementet er symmetrisk om et plan, noe som gir en kompakt

5 utforming av sender-/mottakerelementet (transduseren).

Flere løsninger kan tenkes for sender-/mottakerelementet, eksempelvis som et "sandwich"-element med innfestning på midten av aktivt element og ett "hode" hver retning eller at sender-/mottakerelementet er et aktivt element av "kompositt"-type innstøpt i et egnet kunststoffmateriale.

10 Det fakta at sender-/mottakerelementet er anordnet i forbindelse med eksempelvis vingen til styringsinnretningen eller motor og drivverkhuss, hvilke vinger eller motor og drivverkhuss i tillegg er avtakbare, gjør det enkelt å kalibrere, erstatte eller reparere defekte sender-/mottakerelementer ved at vingene eller motor og drivverkhussene enkelt kan tas av styringsinnretningen. Ved bruk av kjent teknikk, vil man i verste fall måtte bytte ut hele seksjoner av den instrumenterte kablen

15 dersom sendere eller mottakere har feil.

Ved å benytte en styringsinnretning med et eller flere akustisk sender-/mottakerelementer kan oppnås akustisk avstandsmåling for samtidige målinger av et flertall avstander mellom sender og mottaker lokalisert i en stabilisert plattform, dvs. styringsinnretningen, i forbindelse med den instrumenterte kablen.

20 Den stabiliserte plattformen muliggjør bruk av retningsstyrte sendere og mottakere som betydelig vil skape bedre sensitivitet/følsomhet, redusert påvirkning fra støy og flerveis interferens. Sender-/mottakerelementet er fortrinnsvis innrettet for to akustiske stråler/signaler som peker i det samme planet, men i motsatt retning. Sender-/mottakerstrålene/signalene har også sensitivitet langs den instrumenterte kablen for å muliggjøre in-line-målinger, dvs. målinger

25 langs den instrumenterte kablen. Avstandsmålingene vil prosesseres for å bestemme den relative posisjonen for sender/mottakerelementene på den instrumenterte kablen, dvs. posisjonen til styringsinnretningene.

Det akustiske sender-/mottakerelementet er som nevnt ovenfor fortrinnsvis kombinert for både sending og mottak av den akustiske pulsen. Sender-/mottakerelementet har videre en fokusert

30 sensitivitet i tverretningen av den instrumenterte kablen. Dette gir langt bedre sensitivitet mot sender på kabler lokalisert på begge sider, og reduserer dermed den nødvendige signalstyrken, samt reduserer påvirkning fra støy og flerveis interferens.

Den stabiliserte plattformen, det vil si styringsinnretningen, vil når de er integrert i eller anordnet til vingen, holde retningen til de akustiske strålene/signalene i horisontalplanet til

35 vingene til styringsinnretningen.

De akustiske sender-/mottakerelementene er innrettet for bruk av bredbånds spredespektrum-signaler, eksempelvis DSSS-signaler, hvilke signaler er spesielt utformet for å gi god auto-korrelasjon for signalsekvensene for å detekteres, samt lav krysskorrelasjonsegenskaper mot andre sekvenser. Mottakeren kan detektere og skille mellom et stort antall ulike signalsekvenser.

5 Avstandsmålingssystemet omfatter også Doppler-prosessering.

I tillegg til de ovenfor nevnte fordelene kan styringsinnretningen lett monteres og demonteres i en instrumentert kabel. Dette spesielt ved at vingen, styringsmidlene, drivmidlene, strømforsyningen og akustiske sender-/mottakerelementer er skapt som en avtakbar enhet. Når en instrumentert kabel skal spoles inn på en trommel kan smartvingene eller motor og drivverkhuse forsynt med vinger enkelt fjernes og skaper derfor ikke noen problemer ved oppsamling på trommelen. En annen fordel med den foreliggende oppfinnelsen er at dersom drivmidler, vinge, akustiske sender-/mottakerelementer eller annet skulle feile eller skades, er det lett på erstatte smartvingen eller motor og drivverkhuse forsynt med vinger uten å erstatte hele styringsinnretningen eller skifte ut en hele seksjoner av en instrumentert kabel.

15 Ved at smartvingen eller motor og drivverkhuse forsynt med vinger inneholder det meste av elektronikken, sensorer, strømforsyning, drivmidler og akustikkmidler vil man også, i tillegg til det som er nevnt ovenfor, oppnå kompakt design med færre deler enn hva som er kjent gjennom kjent teknikk.

20 Videre vil en fordel av den foreliggende oppfinnelsen være at styringsinnretningene kan være innrettet for trådløs/kontaktløs overføring av data og energi, noe som vil være en stor fordel.

Oppfinnelsen omfatter som nevnt også en fremgangsmåte for posisjons- og avstandsbestemmelse ved hjelp av styringsinnretninger i samsvar med oppfinnelsen.

En fremgangsmåte for avstands- og posisjonsbestemmelse i samsvar med oppfinnelsen kan oppsummer i følgende trinn:

25 a) Taue en instrumentert kabel eller et kabel-array bestående av et antall instrumenterte kabler bak et fartøy, hvilke(n) er tilordnet styringsinnretninger i samsvar med oppfinnelsen,

b) Konfigurere hver styringsinnretning til de(n) instrumenterte kablen/kablene til å sende på en av y kanaler og konfigurere hver styringsinnretning til de(n) de instrumenterte kablen/kablene til å motta på alle y kanaler,

30 c) Velge en instrumentert kabel og konfigurere styringsinnretningene på den valgte instrumenterte kablen til å sende på kanal 1, kanal 2, ..., kanal y , kanal 1.. suksessivt nedover den valgte instrumenterte kablen,

d) Kommandere alle styringsinnretninger på den valgte instrumenterte kablen til å sende pulser/signaler ved tidspunkt $T_0 + X_1 s$ gjennom en kringkastingsmelding simultant til alle

35 styringsinnretninger,

- e) Kommandere alle styringsinnretninger på alle andre instrumenterte kabler i et kabel-array til å motta signaler/pulser med ID etter tidspunkt T_0+X_1s og/eller kommandere andre styringsinnretninger langs den valgte instrumenterte kabelen som ikke sender til å motta signaler/pulser med ID etter tidspunkt T_0+X_1s ,
- 5 f) Rapportere ID og avstander for signaler/pulser mottatt innenfor tidsrommet T_0+X_2s , hvor $X_2>X_1$, til et styringssystem på forespørsel, hvor alle styringsinnretninger fortrinnsvis sender simultant for å unytte båndbredden i de(n) instrumenterte kabelen/kablene,
- g) Etter at alle styringsinnretninger på den valgte instrumenterte kabelen har sendt ferdig, kommanderes styringsinnretningene til en neste valgt instrumenterte kabel for sending, mens
- 10 styringsinnretningene på den første valgte instrumenterte kabelen kommanderes til å motta,
- h) Gjenta kontinuerlig trinnene b)-g) for alle de instrumenterte kablene i et kabel-array,
- i) Beregne relative posisjoner og lydhastigheter basert på informasjon fra trinn f) ved hjelp av et eksternt styringssystem, så som APOS,
- j) Beregne absolutt posisjon basert på informasjon fra trinn i) samt absolutte og relative
- 15 posisjoner til minst to noder i nettverket, fortrinnsvis fartøyet og en eller flere halebøyer, ved hjelp av et eksternt styringssystem, så som APOS,
- k) Beregne Cross-Track Error basert på informasjon fra trinn j)
- l) Gjenta trinne a)-k) kontinuerlig så lenge operasjonen varer.
- Gjennom fremgangsmåten oppnås en fremgangsmåte som både takler enveis sending og toveis
- 20 sending, samt synkroniseringen av dette både når et kabel-array trekkes etter et fartøy og når en enkeltkabel trekkes etter et fartøy. Gjennom fremgangsmåten oppnås både avstands- og posisjonsbestemmelse til andre kabler og langs den aktuelle kabelen, samt posisjon i forhold til fartøy og halebøyer. En forutsetning for å kunne beregne absolutte posisjoner er at man kjenner absolutt posisjon av minst to faste punkt i det relative nettverket. De to faste punktene er vanligvis
- 25 fartøyet og halebøyer, hvilke kan være forsynt med sender-/mottakerelementer, eller bare mottakerelementer, for å kunne motta pulser/signaler fra styringsinnretningene til de instrumenterte kablene. Det trengs for dette naturligvis grensesnitt som muliggjør kommunikasjon mellom disse sender-/mottakerelementene og det øvrige systemet (APOS). Eksempelvis kan kommunikasjon fra halebøyer innrettes til å kommunisere via den instrumenterte kabelens
- 30 informasjonslinje eller via eksempelvis radiokommunikasjon. Det er ikke en nødvendighet at fartøyet og halebøyer er forsynt med sender-/mottakerelementer, men i stedet kan eksempelvis avstanden fra fartøyet til den første styringsinnretningen på en instrumentert kabel antas konstant, og avstanden fra den siste styringsinnretningen på en instrumentert kabel til halebøyen kan antas konstant. På denne måten kan man regne ut de to nødvendige faste punktene som
- 35 trengs for beregning av relative posisjoner for hele kabel-arrayet.

Videre brukes navigasjonsdata for halebøyer og fartøy til å bestemme absolutte posisjoner for hele kabel-arrayet. "Cross Track Error" er differansen mellom absolutte posisjoner og en absolutt referanse, hvilken differanse kan benyttes av et eksternt styringssystem for styring av styringsinnretningene/de(n) instrumenterte kablene, så som et STAP-system ("Seismic Towed Array Positioning System").

Ytterligere fordelaktige detaljer og trekk ved oppfinnelsen vil fremgå av den etterfølgende eksempelbeskrivelsen.

Eksempel

Oppfinnelsen vil i det etterfølgende beskrives mer detaljert med henvisning til Figurene, hvor: Figur 1a og 1b viser en første utførelsesform og andre utførelsesform av en styringsinnretning for tilkobling mellom to kabelseksjoner, uten akustikk,

Fig. 2a viser en vinge for styringsinnretningen i Fig. 1a eller 1b, forsynt med akustiske sender-/mottakerelementer,

Figur 2b viser et delvis gjennomskåret riss som viser detaljer ved en vingedel av styringsinnretningen i samsvar med Fig. 1a, forsynt med akustiske sender-/mottakerelementer,

Figur 3a-b viser detaljer ved akustiske sender-/mottakerelementer,

Figur 4 viser et universalt transponder-kretskort for sender-/mottakerelementene/stryingsinnretningen, og

Figur 5 viser detaljer ved midler for trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon og/eller energi.

Fig. 1a viser en første utførelsesform av en styringsinnretning 10 for tilkobling i serie mellom to tilliggende kabelseksjoner av en multiseksjonskabel/streamer. En styringsinnretning 10 i samsvar med en første utførelsesform omfatter tre like vinger 11, såkalte smartvinger, hvilke er jevnt fordelt rundt en hovedkropp 12, og er en såkalt treakset bird. I eksemplet som er vist med tre smartvinger 11, vil det være 120° mellom vingene 11. I tillegg omfatter smartvingene fortrinnsvis en avviser 29 festet til vingen ved hjelp av egnete midler eller integrert i vingen. Avviseren har en hovedsakelig langstrakt ellipseform, med en indre og ytre overflate, hvilke overflater har en form og størrelse lik vingens tverrsnittsform. Avviseren har på den indre overflaten et utragende element hvilket har en form lik vingens tverrsnittsform og en størrelse tilpasset for å vandre i hovedsakelig rektangulære utsparinger anordnet i hovedkroppen. Formålet med avviseren er å forhindre at objekter i vannet, så som tang, tauverk, plast, osv. fester seg mellom vingen og hovedkroppen. Hovedkroppen 12 er hovedsakelig et langstrakt strømlinjeformet rørformet hus, som ved sine ender omfatter tilkoblingsmidler 14a og 14b tilpasset for mekanisk og elektrisk tilkobling i

serie i en multiseksjon seismisk instrumentert kabel, av den typen som trekkes bak et seismisk kartleggingsfartøy. Tilkoblingsmidlene 14a-b er for dette tilpasset tilsvarende tilkoblingspunkter (ikke vist) i hver ende av hver kabelseksjon, hvilke tilkoblingspunkter normalt brukes til å koble sammen to tilliggende kabelseksjoner.

5 Hovedkroppen 12 omfatter videre spesielt utformede feste- og tilkoblingsmidler for tilkobling av smartvingene 11, både mekanisk og elektrisk. Hovedkroppen 12 er videre forsynt med kretskort og elektronikk for kommunikasjon med en ekstern styringsenhet via kabelens styringslinje. Fortrinnsvis er hovedkroppen 12 anordnet slik at gjennomføring av ledere mellom kabelseksjonene er adskilte fra vingemekanismer, drivmidler, styringsmidler, sensorer og akustikkmidler
10 (beskrevet nedenfor). Dette for å unngå funksjonsfeil i tilfelle mekanisk skade av styringsinnretningen 10, f.eks. lekkasje.

Hovedkroppen 12 omfatter videre fortrinnsvis en rullsensor (ikke vist) og/eller en dybdemåler (ikke vist), fortrinnsvis i form av en trykksensor.

Henviser nå til Fig. 1b. som viser en styringsinnretning 50 i samsvar med en andre
15 utførelsesform. En styringsinnretning 50 i samsvar med en andre dannes av en hovedkropp 53 forsynt med avtakbare motor og drivverkhus 51 som igjen er forsynt med vinger 52. Motor og drivverkhusene 51 er innrettet for tilkobling til den instrumenterte kabelens energilinje og strømlinje gjennom tilkoblinger i hovedkroppen.

Henviser nå til Fig. 2a som viser henholdsvis et ytre riss av en vinge 11, smartvinge eller vinge 52
20 for motor og drivverkhus 51, og spesielt til Fig. 2b som viser et delvis gjennomkåret riss av en smartvinge 11 i samsvar med oppfinnelsen. Styringsinnretningen 10 er som nevnt forsynt med tre smartvinger 11, eller ror, hvilke smartvinger 11 strekker seg vinkelrett ut fra lengdeaksen til hovedkroppen 12 og følgelig den instrumenterte kabelen. Smartvingene 11 dannes fortrinnsvis av to deler, en vingedel 20 og en festedel 30. Festedelen 30 er tilpasset for festing og tilkobling med
25 hovedkroppen 12 via dens feste- og tilkoblingsmidler. Fortrinnsvis er feste- og tilkoblingsmidlene og festedel 30 utformet slik at det er skapt en hurtigkobling både mekanisk og elektrisk, ytterligere forklart nedenfor. Vingedelen 20, hvilken huser drivmidler 22, strømforsyning 23 (batterier) og eventuelle sensorer (ikke vist), er koblet til festedelen 30 ved hjelp av en aksling 24 og vingedelen 20 strekker seg dermed vinkelrett ut fra festedelen 30 og likedan hovedkroppen 12. Vingedelen 20
30 omfatter et ytre beskyttende hus, fordelaktig i hardplast, hvilket hus fortrinnsvis dannes av to deler som settes sammen til en enhet med vingeform/rorform, hvilken har en avsmalende bredde ut fra hovedkroppen 12 mot enden av vingedelen 20.

Drivmidlene 22 er fortrinnsvis en eller flere elektriske motorer som videre fortrinnsvis er koblet til et gir 26 som videre fortrinnsvis er forbundet med akslingen 24 via en kløtsj 27. Verken gir eller
35 kløtsj er en nødvendighet, men vil være en stor fordel i forbindelse med styringen av systemet og

for levetiden til styringsinnretningen. Drivmidlene 22 er forsynt med energi gjennom ledere i den instrumenterte kabelen, via minst et oppladbart bufferbatteri 23 for backup-kraft ved energimangel og for å unngå overlast i den instrumenterte kabelens energisystem.

5 Drivmidlene 22 er videre festet til vingedelen 20 på en egnet måte og omfatter fortrinnsvis hylser og lager 28 for å oppnå en fast plassering av akslingen 24 og sikre så liten motstand i rotasjonen av akslingen 24 som mulig.

Festedelen 30 har som nevnt en form som er tilpasset feste- og tilkoblingsmidlene 15 til hovedkroppen 12 for avtakbar festing, og kan sees på som et hurtigfeste. Festedelen 30 omfatter videre tilkoblingsmidler for å koble smartvingen elektrisk og signalmessig til kabelen/
10 hovedkroppen 12 via tilpassete tilkoblingsmidler i hovedkroppen 12.

Hver vingedel 20 (og avviser 29) er dermed roterbar om en akse som strekker seg på tvers av den instrumenterte kabelen og vingene 11 vil respondere til styringssignaler og sensormidler for uavhengig justering av den respektive vinkelposisjonen for nevnte vingedel 20, for slik å styre den laterale og vertikale posisjonen til den instrumenterte kabelen.

15 I en fordelaktig utførelsesform er styringsinnretningen 11 fordelaktig tilpasset for trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon, dvs. signaler/data, og/eller energi mellom hovedkropp 12 og vinger 11, fortrinnsvis både kommunikasjon og energi. I en utførelsesform tilpasset for trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon og/eller energi mellom hovedkropp 12 og vinger 11 trenger ikke hovedkroppen 12 og vingene 11 omfatte mekaniske koblinger for tilkobling av
20 elektrisitet og styringssignaler.

Trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon og/eller energi oppnås gjennom at midler 110 for kontaktløs/trådløs overføring av energi og/eller kommunikasjon er tilpasset for å anordnes i forbindelse med henholdsvis akslingen 24 og hovedkroppen 12. Midler 110 for trådløs/kontaktløs overføring av energi og/eller kommunikasjon, vist i detalj i Fig. 5, er fortrinnsvis lik for både vinge
25 11 og hovedkropp 12 og anordnet i hver vinge 11 og tilsvarende anordnet for hver vinge 11 på egnede steder i hovedkroppen 12, slik at midler 110 for trådløs/kontaktløs overføring i hovedkropp 12 og vinge 11 er anordnet mot hverandre, fortrinnsvis med minst mulig avstand, fortrinnsvis i vingens 11 rotasjonsakse i forhold til hovedkroppen 12.

Midler 110 for trådløs/kontaktløs overføring omfatter en kjerne 120, en eller flere spoler 121, kretskort 122, koaksialkontakter 123, samt innkapsling 124.
30

Kjernen 120 er fortrinnsvis en ferrittkjerne eller lignende, hvilken fortrinnsvis hovedsakelig har en skiveform med en gitt dybde/bredde, hvilken videre fortrinnsvis har en hovedsakelig sirkulær fordypning på den ene siden for å huse spolen(e) 121. Spolen(e) er viklet med tilpasset tråd og antall viklinger for optimalisering av virkningsgrad for energi-/signal-/data-overføring. Også

diameteren/størrelsen til kjernen 120 vil være avgjørende hvor stor virkningsgrad systemet har og må derfor tilpasses slik at den aktuelle virkningsgraden oppnås.

Dersom det er hensiktsmessig kan midler 110 for trådløs/kontaktløs overføring også omfatte en av bufferplate 125, hvilken anordnes mellom kjernen 120 og elektronikkortet 122 for å unngå
5 kortslutning, hvilken bufferplate 125 fortrinnsvis er forsynt med styrehull for spoletråd til kretskortet 122.

Videre er spole(r) 121 og kjerne 120, samt bufferplaten 125, dersom den er brukt, innstøpt i en innkapsling 124 av materiale med liten vanninntrengning, liten vannabsorpsjon, lav dielektrisitetsskoeffisient og høy værbestandighet (behandlet for UV-stråling), så som polyuretan.

10 En fordel ved å benytte en bufferplate 125 er at ved innstøping/innkapsling av bufferplaten 125 mellom kjerne 120 og elektronikkort 122 unngås også kortslutning, men dette kan også oppnås ved å erstatte bufferplaten 125 med en innkapsling, noe som vil bli valgt i de fleste tilfeller.

Fortrinnsvis er innkapslingen 124 innstøpt med spesial-epoxy for å sikre god festing mot komponentene. Fortrinnsvis er innstøping av innkapslingen 124 utført i et vakuumkammer for
15 fjerning av luftbobler og dermed sikre bedre trykkegenskaper.

Midler 110 for trådløs/kontaktløs overføring er anordnet slik at kretskortet 121 vender inn mot akslingen 24 til vingen 11 og det indre av hovedkroppen 12, slik at kjernen 120 og spolen(e) 121 ligger mot hverandre for midler 110 for trådløs/kontaktløs overføring i vinge 11 og hovedkropp 12.

Kretskortet 121 er innrettet med/forsynt med styreelektronikk tilpasset innkapslingen 124 med
20 kjerne 120 og spole(r) 121 og eventuelt bufferplate 125, samt omfatter elektronikk for kommunikasjon/signalbehandling, hvilket kretskort 121 er anordnet inntil innkapslingen 124, mot bufferplaten 125 dersom den er brukt. Kretskortet 122 omfatter videre fortrinnsvis en egen koaksialkontakt 123 og tilkoblinger for radio-signaler. Kretskortet 122 omfatter videre en eller flere spoleplugger for tilkobling av spoletrådene. Videre omfatter kretskortet 122 tilkobling for
25 "plugg-elektronikk" til lade/føde-krets på vingens 11 kretskort og hovedkroppens 12 kretskort, samt tilkobling av "plugg-elektronikk" til radio-chip på kretskort i vingen 11 og kretskortet til hovedkroppen 12. Det skal nevnes at de ovenfor nevnte ulike kontaktene/tilkoblingene kan være loddet direkte på kretskortet.

På denne måten er det skapt en trådløs/kontaktløs overføring av energi og kommunikasjon,
30 hvor spolen(e) 121 benyttes både til energioverføring og som antenne for kommunikasjon. Ved at overføring av energi og overføring av kommunikasjon utføres ved forskjellig frekvens, hvilke frekvenser fordelaktig ligger et stykke unna hverandre, så vil de ikke forstyrre hverandre.

På denne måten er det skapt en trådløs/kontaktløs overføring mellom hovedkropp 12 og vinger 11, hvilken trådløs/kontaktløs overføring kan være både enveis og toveis, hvilket medfører at
35 systemet blir langt mer robust for operasjon i krevende miljø som instrumenterte kabler

(streamere) vanligvis operer i. Videre er vingene 11 ikke mekanisk tilkoblet den instrumenterte kabelen eller hovedkroppen 12 elektrisk eller signalmessig, noe som medfører mer stabile driftsbetingelser for det totale systemet og mindre fare for feilfunksjon.

Henviser nå til Fig. 2a som viser en styringsinnretning 10, 50 i samsvar med oppfinnelsen forsynt med akustikkmidler. En styringsinnretning 10, 50 i samsvar med oppfinnelsen omfatter akustikkmidler anordnet til vingedelen 20/vingen 11, 52, fortrinnsvis som en integrert enhet, men kan også være anordnet til vingedelen 20/vingen 11, 52 på en annen egnet måte, så som festet ved hjelp av egnete festemidler. I beskrivelsen nedenfor vil anordningen av akustikkmidlene bli beskrevet med hensyn på en utførelsesform som beskrevet ovenfor som beskriver en smartvinge, som vist i Fig. 2b, men det er klart at beskrivelsen på en enkel måte kan modifiseres til å passe til en utførelsesform av en styringsinnretning 50 med avtakbare motor og drivverkhuss 51 eller en styringsinnretning med avtakbare vinger som vist i NO20063182.

Henviser nå til Fig. 2b for en detaljert beskrivelse av en styringsinnretning med akustikkmidler. Fortrinnsvis er akustikkmidlene som vist integrert i vingedelen 20, slik at akustikkmidlene er beskyttet og for å skape en kompakt og robust enhet. Akustikkmidlene er fortrinnsvis i form av akustiske sender-/mottakerelementer 40, eksempelvis i form av transdusere. Sender-/mottakerelementene 40 er fortrinnsvis en enhet som er direktiv i to retninger, men den kan også være delt i separat sender og mottaker.

Flere utførelsesformer kan tenkes for sender-/mottakerelementet 40, eksempelvis som et "sandwich"-element med innfestning på midten av aktivt element og ett "hode" hver retning, som vist i Fig. 3a, eller at sender-/mottakerelementet 40 er et aktivt element av "kompositt"-type innstøpt i et egnet kunststoffmateriale. Sender-/mottakerelementet 40 anordnes fordelaktig i et beskyttende hus 41, som vist i Fig. 3b, hvilket hus 41 er tilpasset for anordning i vingen 11/vingedelen 20 til styringsinnretningen 10. Styringsinnretningen 10 er på sin side fortrinnsvis forsynt med utragende elementer 42 (vist i Fig. 2a) på hver sin side av vingdelen 20, hvilke utragende elementer 42 er forsynt med gjennomgående hull, tilpasset huset 41 til sender-/mottakerelementet 40, for fast anordning av sender-/mottakerelementet 40 via dets hus 41 deri. Det er naturligvis fortrinnsvis anordnet tettemidler (ikke vist), så som O-ringer eller lignende, mellom huset 41 og de gjennomgående hullene i de utragende elementene 42, slik at det ikke kommer vann eller andre fremmedlegemer inn i vingen 11/vingedelen 20. De utragende elementene 42 på vingen 11 er fortrinnsvis utformet for å skape minst mulig motstand for vingen 11 i vann og for å skape minst mulig støy rundt vingen 11 når den beveger seg i vannet. Sender-/mottakerelementet 40 er fortrinnsvis anordnet på en slik måte at i de utragende elementene 42 at sender-/mottakerelementet 40 strekker seg helt ut i åpningen av det gjennomgående hullet, på hver side av vingen 11.

De akustiske sender-/mottakerelementene 40 kan forsynes med energi fra den instrumenterte kabelens energi linje, fortrinnsvis via bufferbatteriene, og kommunisere med et eksternt styringssystem, så som en APOS - akustisk posisjonsoperatørstasjon ("Acoustic Positioning Operator Station"), hvilken vanligvis er anordnet på et kartleggingsfartøy som styrer kartleggingsoperasjonen, via den instrumenterte kabelens styringslinje, enten gjennom direktekobling som beskrevet ovenfor, eller ved hjelp av midler 110 for trådløs/kontaktløs overføringen av energi og/ kommunikasjon dersom styringsinnretningen 10 er innrettet for det. De akustiske sender-/mottakerelementene 40 kan enten kommunisere med det eksterne styringssystemet APOS via den instrumenterte kabelens databuss eller sammen med styringsinnretningens 10 øvrige kommunikasjon for bl.a. kommunikasjon om status fra sensor og informasjon om mekanisk funksjon og kraft via den instrumenterte kabelens databuss.

Styringsparametere overføres til styringsinnretningene 10 for å styre styringsinnretningene 10 i Y og Z retningen. Styringsmidlene i styringsinnretningen 10 justerer vingedelen 20 til korrekt posisjon ved hjelp av drivmidlene 22.

For å beregne disse styringsparametrene trengs informasjon om posisjonen til den instrumenterte kabelen eller hver enkelt kabel i kabel-arrayet, informasjon om posisjonen til styringsinnretningene 10 som styrer posisjonen til disse kablene, samt informasjon om innbyrdes posisjon i forhold til andre kabler og styringsinnretninger. Informasjon om dette kan finnes ved å benytte seg av de akustiske sender-/mottakerelementene 40 som er anordnet til eller integrert i styringsinnretningenes vinger 11, hovedkropp eller motor og drivverkhus. En styringsinnretning 10 i samsvar med oppfinnelsen, som vist i Fig. 2a og 2b, omfatter minst et sender-/mottakerelement 40 i en av vingene 11, men selvsagt kan alle vingene 11 være forsynt med sender-/mottakerelementer 40 dersom det er ønskelig. Som nevnt ovenfor er sender-/mottakerelementene 40 fortrinnsvis direktiv i to retninger for å skape et kompakt design. Ved at sender-/mottakerelementene 40 er anordnet i forbindelse med styringsinnretningen 10 oppnås en stabilisert plattform (rull, dybde) for bestemmelse av avstand og posisjon, noe som gir bedre nøyaktighet enn hva som kan oppnås gjennom bruk av kjent teknikk. Posisjoner/avstander for styringsinnretningen 10 og/eller den instrumenterte kabelen kan bestemmes nøyaktig ved at det er en liten arm fra målepunktet til ønsket referansepunkt for styringsinnretningen 10, hvilket følgelig medfører bedre betingelser for styring av den tauede kabelen eller kabel-arrayet.

Det at sender-/mottakerelementene 40 er anordnet i forbindelse med styringsinnretningen 10 gir en kompakt konstruksjon med færre deler enn hva som er tilfelle ved kjent teknikk, og akustiske sendere og mottakere trenger ikke implementeres i kabelen, noe som medfører betydelig spart plass i kabelen som er av en gitt størrelse. Naturligvis kan akustiske sendere og mottakere være implementert i kabelen i tillegg der hvor det er ønskelig.

Med en utforming som vist i Fig. 3a-b er sender-/mottakerelementet 40 symmetrisk om et plan, dvs. i horisontalplanet til vingene 11 til styringsinnretningen 10, hvilket medfører at det er mulig å holde retningen til de to akustiske strålene/signalene som sendes ut i det samme planet, men i motsatt retning.

5 Dette vil muliggjøre bruk av retningsstyrte sender-/mottakerelementer 40 som betydelig vil skape bedre sensitivitet/følsomhet mot sender-/mottakerelementer 40 på kabler/ styringsinnretninger, lokalisert på begge sider og reduserer dermed den nødvendige signalstyrken, samt redusert påvirkning fra støy og flerveis interferens.

10 Sender-/mottakerstrålene/signalene har videre også sensitivitet langs den instrumenterte kablen for å muliggjøre in-line-målinger, dvs. målinger langs den instrumenterte kablen.

Gjennom den foreliggende oppfinnelsen kan ønsket dekningsområde kombineres med minimum utsendt akustisk energi og best mulig maskering av uønsket mottatt akustisk energi.

15 Det fakta at sender-/mottakerelementet 40 er anordnet i forbindelse med vingene 11 til styringsinnretningen 10, hvilke vinger 11 i tillegg er avtakbare gjør det enkelt å kalibrere, erstatte eller reparere defekte sender-/mottakerelementer 40 ved at vingene 11 enkelt kan tas av styringsinnretningen 10. Ved bruk av kjent teknikk, vil man i verste fall måtte bytte ut hele seksjoner av den instrumenterte kablen dersom sendere eller mottakere har feil.

20 Fortrinnsvis er sender-/mottakerelementet 40 innrettet for å sende og motta bredbånds-signaler, så som DSSS-signaler ("DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum"), hvilke signaler er spesielt utformet for å gi god autokorrelasjon for signalsekvensene for å detekteres, samt lav krysskorrelasjonsegenskaper mot andre sekvenser.

25 Videre er sender-/mottakerelementet 40 innrettet slik at det kan sende og motta samtidig, eksempelvis sende på en kanal om gangen og motta på 8 kanaler om gangen. Det vil si at sender-/mottakerelementet 40 er innrettet for å samtidig detektere et flertall ulike kodede signaler. Sender-/mottakerelementet 40 har fortrinnsvis et flertall dopplerkanaler for optimal prosessering med hensyn til dopplersignaler. Det benyttes videre et sett av matchende filtre for hver doppler kanal.

30 Henviser nå til Fig. 4 som viser et transponder-kretskort 150 for kommunikasjon mellom sender-/mottakerelementet 40 og et eksternt styringssystem, så som APOS. For at sender-/mottakerelementene 40 skal kunne kommunisere med et eksternt styringssystem, så som APOS, omfatter styringsinnretningen 10 i samsvar med oppfinnelsen et transponder-kretskort 150 anordnet i vingen 11 ved hjelp av egnete midler. Det bemerkes at anordningen av transponder-kretskortet 150 ikke er vist i Fig. 2b. Transponder-kretskortet 150 er tilkoblet sender-/mottakerelementene 40 og den instrumenterte kabelens styringslinje og energilinje, enten 35 direkte via styringsinnretningens 11 mekaniske tilkoblinger eller via styringsinnretningens midler

110 for trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon og/eller energi. Transponder-kretskort 150 er fortrinnsvis innrettet for å kunne kommanderes til å sende eller lytte. I en fordelaktig utførelsesform er transponder-kretskortet 150 delt i tre enheter/kort for å skape et kompakt design, henholdsvis:

- 5 - et digitalt prosesseringskort 151 for koding av signaler og styring av når sender-/mottakerelementene 40 skal sende og/eller motta, signalbehandling, så som filtrering og dekoding av signaler, samt kommunikasjon med et eksternt styringssystem, så som APOS,
- et sendekort 152 for DA-konvertering av styresignal og eksitasjon på sender-/mottakerelementet 40, og
- 10 - et mottakerkort 153 for forsterkning og AD-konvertering av mottatt signal på sender-/mottakerelementet 40.

Alle disse tre kortene 151-153 forsynes med energi via styringsinnretningens bufferbatterier, men fordelaktig kan det være anordnet en styrbar bryter (ikke vist) i vingen 11 for å styre tilførselen av energi til disse kortene 151-153. Det skal nevnes at disse kortene kan integreres på det samme kortet dersom dette er hensiktsmessig/ønskelig. Fordelaktig er kortene 151-153 separate fra styringsinnretningens 10 øvrige kretskort, men dersom ønskelig kan de være integrert i styringsinnretningens øvrige kretskort.

Det eksterne styringssystemet som styrer sender-/mottakerelementene 40 er fortrinnsvis en akustisk posisjoneringsoveratørstasjon (APOS, "Acoustic Positioning Operator Station). APOS kommuniserer med sender-/mottakerelementet 40 via den instrumenterte kabelens databuss. Ved å benytte en styringsinnretning 10 med et eller flere akustisk sender-/mottakerelementer 40 kan oppnås nøyaktig posisjonsbestemmelse og nøyaktige avstandsmålinger for den instrumenterte kabelen, kabel-arrayet og/eller styringsinnretningene, herunder samtidige målinger av et flertall avstander mellom sender-/mottakerelementer 40 lokalisert i forbindelse med andre styringsinnretninger 10/kabler.

Avstandsmåling og posisjonsbestemmelse ved hjelp av de akustiske sender-/mottakerelementene 40 vil nå bli beskrevet.

Sender-/mottakerelementene 40 kan fungere på to måter:

- toveis lyd-i-vann, eller
- 30 - enveis lyd-i-vann med pulset tidssynkronisering av sender-/mottaker element.

Sender-/mottakerelementene 40 styres som nevnt av f.eks. en APOS som sender informasjon om hvilke styringsinnretninger 10/sender-/mottakerelementer 40 som skal lytte eller sende. Dette kan gjøres på flere måter:

- APOS kan sende synkroniseringspulser med tilstrekkelig tidsnøyaktighet, eller

- alle styringsinnretninger synkroniseres og tidspunktet for sending distribueres til styringsinnretninger som skal spørres og styringsinnretninger som skal lytte.

Styringsinnretninger 10/sender-/mottakerelementer 40 som skal motta signalet må tidsmerke mottatt signal, og sender informasjon så som <kanal, tidsmerke, kanal, tidsmerke, osv. > til APOS
5 på forespørsel. Det er viktig at sender-/mottakerelementene 40 rekker å prosessere den pågående synkroniseringspulsen ferdig før neste synkroniseringspuls sendes ut fra APOS.

APOS kan så beregne avstander basert på innhentet informasjon. Prosessering av de mottatte signalene gir forplantningstiden mellom sender-/mottakerelementene 40 og følgelig avstanden mellom disse. Disse avstandene kan så benyttes til å beregne relative posisjoner for sender-
10 /mottakerelementene 40 og følgelig styringsinnretningene 10 og de(n) instrumenterte kabelen(e).

De akustiske signaler/pulser som sendes ut fra sender-/mottakerelementene 40 hos styringsinnretninger 10 som er kommandert til å sende kan detekteres av de akustiske sender-
/mottakerelementene 40 hos styringsinnretningene 10 som er kommandert til å lytte. Dvs. de sender-/mottakerelementene 40 som er kommandert til å sende, sender ut et unikt akustisk
15 signal, i samsvar med et forhåndsdefinert tidsskjema for sending for det aktuelle sender-/mottakerelementet 40. Minst et annet sender-/mottakerelement 40 detekterer det sendte signalet under et forhåndsdefinert lyttetidsvindu for sender-/mottakerelementet 40.

Forplantningstiden mellom de to sender-/mottakerelementene 40 kan så estimeres basert på tidsforskjellen mellom kjent tid for sending og den kalkulerede mottakstiden ved det andre sender-
20 /mottakerelementet 40 av det sendte signalet fra det første sender-/mottakerelementet 40. Avstanden mellom de to sender-/mottakerelementene 40 kan dermed beregnes basert på målte lyd hastighetsprofiler initialt, noe som ivaretas automatisk av systemet.

Ettersom sender-/mottakerelementet 40 kan lytte for akustiske signaler fra flere sender-
/mottakerelementer 40 samtidig kan dermed avstanden til flere sender-/mottakerelementer 40
25 bestemmes samtidig.

Avstandene kan så benyttes til å bestemme relativ posisjon ved hjelp av avansert triangulering. Kjente punkter som benyttes under avansert triangulering er vanligvis fartøyet og halebøyer. For å kunne utføre avansert triangulering er fartøyet og halebøyer forsynt med sender-
/mottakerelementer på samme måte som styringsinnretningene. Som nevnt innledningsvis er ikke
30 dette en nødvendighet, da avstanden fra fartøyet til første styringsinnretning på en instrumentert kabel kan antas konstant og avstanden fra siste styringsinnretning på den instrumenterte kabelen til halebøyen kan antas konstant.

Deretter kan de absolutte posisjonene for hele kabel-arrayet bestemmes ut fra relativ posisjon, samt navigasjonsdata for fartøyet og halebøyer. De absolutte posisjonene kan så sammenlignes
35 med en absolutt referanse og differansen gir "Cross Track Error". "Cross Track Error" vil da gi

avstanden mellom faktisk posisjon og ønsket posisjon, hvilket vil si avstanden fra mottagerens posisjon til posisjonen som er beregnet, og som styringsinnretningene skal styres etter.

Cross Track Error kan deretter benyttes av et eksternt styringssystem, så som et STAP-system ("Seismic Towed Array Positioning System"), for styring av styringsinnretningene/de(n)

5 instrumenterte kablene.

Dersom man velger å sende lyden toveis gjennom vannet risikerer man å få veldig få avstandsmålinger pr. tidsenhet.

Styring av hvilke styringsinnretninger som skal sende og hvem som skal lytte må skje pr. styringsinnretning, hvilket resulterer i en komplisert kommandostruktur og stor trafikk på den

10 instrumenterte kabelens kommunikasjonskanal som allerede har begrenset båndbredde.

Dersom man velger å sende lyden enveis i vannet er synkroniseringen en utfordring. Man kan få det motsatte problem med for mange avstandsmålinger som skal rapporteres.

For å løse dette omfatter den foreliggende oppfinnelsen en fremgangsmåte for avstand- og posisjonsbestemmelse.

15 En fremgangsmåte for avstands- og posisjonsbestemmelse i samsvar med oppfinnelsen kan oppsummer i følgende trinn:

a) Taue en instrumentert kabel eller et kabel-array bestående av et antall instrumenterte kabler bak et fartøy, hvilke(n) er tilordnet styringsinnretninger i samsvar med oppfinnelsen,

20 b) Konfigurere hver styringsinnretning til de(n) instrumenterte kablene til å sende på en av y kanaler og konfigurere hver styringsinnretning til de(n) de instrumenterte kablene/kablene til å motta på alle y kanaler,

c) Velge en instrumentert kabel og konfigurere styringsinnretningene på den valgte instrumenterte kabel til å sende på kanal 1, kanal 2...., kanal y , kanal 1.. suksessivt nedover den valgte instrumenterte kablene,

25 d) Kommandere alle styringsinnretninger på den valgte instrumenterte kablene til å sende pulser/signaler ved tidspunkt T_0+X_1s gjennom en kringkastingsmelding simultant til alle styringsinnretninger,

30 e) Kommandere alle styringsinnretninger på alle andre instrumenterte kabler i et kabel-array til å motta signaler/pulser med ID etter tidspunkt T_0+X_1s og/eller kommandere andre styringsinnretninger langs den valgte instrumenterte kablene som ikke sender til å motta signaler/pulser med ID etter tidspunkt T_0+X_1s ,

f) Rapportere ID og avstander for signaler/pulser mottatt innenfor T_0+X_2s , hvor $X_2 > X_1$, til et styringssystem på forespørsel, hvor alle styringsinnretninger fortrinnsvis sender simultant for å unytte båndbredden i de(n) instrumenterte kablene/kablene,

g) Etter at alle styringsinnretninger på den valgte instrumenterte kabelen har sendt ferdig, kommanderes styringsinnretningene til en neste valgt instrumenterte kabel for sending, mens styringsinnretningene på den første valgte instrumenterte kabelen som har sendt kommanderes til å motta,

- 5 h) Gjenta kontinuerlig trinnene b)-g) for alle instrumenterte kabler i et kabel-array,
 i) Beregne relative posisjoner og lydshastigheter basert på informasjon fra trinn f) ved hjelp av et eksternt styringssystem, så som APOS,
 j) Beregne absolutt posisjon basert på informasjon fra trinn i) samt absolutte og relative posisjoner til minst to noder i nettverket, fortrinnsvis fartøyet og en eller flere halebøyer, ved
 10 hjelp av et eksternt styringssystem, så som APOS,
 k) Beregne Cross-Track Error basert på informasjon fra trinn j),
 l) Gjenta trinne a)-k) kontinuerlig så lenge operasjonen varer.

Trinn a) omfatter å taue en eller flere instrumenterte kabler bak et fartøy, hvilke(n) instrumenterte kabel/kabler er forsynt med styringsinnretninger i samsvar med oppfinnelsen.

- 15 Videre er det til de instrumenterte kabelen(e) anordnet kjente midler så som halebøyer og spredeanordninger osv., som er godt kjente midler i forbindelse med slike operasjoner.

Trinn b) omfatter å konfigurere styringsinnretningene for sending og mottak. Eksempelvis ved at sender-/mottakerelementer for hver styringsinnretning er innrettet for å sende på en av åtte kanaler og motta på eksempelvis alle de åtte kanalene.

- 20 Trinn c) omfatter å velge en av de instrumenterte kablene og konfigurere styringsinnretningene langs den valgte instrumenterte kabelen for hvordan sendeprosessen skal foregå. Dersom sender-/mottakerelementene omfatter 8 kanaler som ovenfor, så konfigureres styringsinnretningene langs den valgte instrumenterte kabelen til å sende på kanal 1, kanal 2..., kanal 8, kanal 1..
 25 suksessivt nedover den valgte instrumenterte kabelen fra det tauende fartøyet og mot den instrumenterte kabelens ende, eller dersom hensiktsmessig motsatt vei. Hvilken instrumentert kabel som velges til å sende i hvilken rekkefølge kan tilpasses en ønsket sekvens. Eksempelvis kan man starte med den instrumenterte kabelen som er lengst mot babord side og suksessivt gå mot styrbord side eller motsatt, eller man kan eksempelvis starte med den instrumenterte kabelen som er i midten av kabel-arrayet og suksessivt velge kabler som ligger på hver sin side eller på
 30 annenhver side.

- Som beskrevet innledningsvis er det normalt 200-300 meter mellom hver styringsinnretning på en instrumentert kabel, hvilket medfører at det er ca. $8 \cdot 300 \text{ m} = 2.4 \text{ km}$ mellom to styringsinnretninger som sender med samme sendefrekvens på en og samme instrumentert kabel, dersom avstanden mellom styringsinnretningene er 300 m. Alle styringsinnretninger, dvs. sender-
 35 /mottakerelementer, sender signaler/pulser simultant.

Trinn d) omfatter å forsyne styringsinnretningene på en valgt instrumentert kabel med informasjon om når de skal sende. Dette gjøres ved at det sendes ut en kringkastingsmelding til alle styringsinnretninger simultant hvor de kommanderes til å sende ved tidspunkt T_0+X_1s , hvor X_1 angir antall sekunder fra tidspunkt T_0 som er tidspunktet for utsendingen av kringkastings-
5 meldingen. X_1 kan eksempelvis være 1 sekund. Styringsinnretningene vil da sende ut et signal med en ID slik at de kan identifiseres/detekteres av et annet sender-/mottakerelement hos en annen styringsinnretning.

Trinn e) omfatter å konfigurere styringsinnretningene langs en instrumentert kabel for hvordan mottaksprosessen skal foregå. Basert på tidspunktet for sending innrettes alle styringsinnretninger
10 på alle andre instrumenterte kabler i et kabel-array til å motta signaler med ID etter tidspunkt T_0+X_1s og/eller kommandere andre styringsinnretninger langs den valgte instrumenterte kabelen som ikke sender til å motta signaler med ID etter tidspunkt T_0+X_1s . Hvis to styringsinnretninger med samme sendekanal sender samtidig kan signalene mottas samtidig av en styringsinnretning lengre enn 1.2 km borte; dvs. 0,8 sekunder gangtid i vann. Fortrinnsvis tidsmerkes alle signaler idet
15 de blir mottatt.

Trinn f) omfatter rapportering av informasjon mottatt innenfor T_0+X_2s til et styringssystem, så som APOS, hvor X_2 angir antall sekunder fra tidspunkt T_0 som er tidspunktet for utsendingen av kringkastingsmeldingen. X_2 er derfor alltid større enn X_1 . Eksempelvis kan X_2 være i størrelsesorden 1,5 sekunder slik at styringsinnretningene rekker å ta imot signaler fra flere styringsinnretninger
20 samtidig. Det betyr at informasjon som rapporteres er informasjon som er mottatt i tidsrommet mellom T_0+X_1s og T_0+X_2s , men ingen informasjon som er mottatt etter tidspunkt T_0+X_2s rapporteres. I og med at to styringsinnretninger med lik sendefrekvens ligger tilstrekkelig langt fra hverandre (eksempelvis 2.4 km) unngås interferens innenfor måletidshorizonten ved at eksempelvis $X_2-X_1 < 0,8$ sekunder. Videre oppnås med dette at en styringsinnretning kan motta
25 signal/pulser på alle frekvenser, men ikke fra to styringsinnretninger med samme sendefrekvens. Eksempelvis kan da en styringsinnretning motta 8 forskjellige signaler/pulser for hver sendesevens på en instrumentert kabel.

Informasjonen rapportertes fortrinnsvis ved forespørsel fra styringssystemet. Informasjon som rapporteres er eksempelvis ID og avstander. Fortrinnsvis er sender-/mottakerelementet forsynt
30 med programvare og/eller programmert for å beregne avstander basert på tidspunktet for sending og tidspunktet for mottak av signaler.

Trinn g) omfatter å velge en neste instrumenterte kabelen i et kabel-array når alle styringsinnretningene på den første valgte instrumenterte kabelen har sendt ferdig og signalene er mottatt og rapportert, dvs. etter tidspunkt T_0+X_2s .

Trinn h) omfatter å gjenta trinnene a)-g) inntil alle styringsinnretningene i alle de instrumenterte kablene har sendt.

Trinn i) omfatter å beregne relative posisjoner for styringsinnretninger/instrumenterte kabler og lydhastigheter basert på informasjon fra trinn f) ved hjelp av et styringssystem, så som APOS.

5 Relative posisjoner og hastigheter beregnes fortrinnsvis i et Kalmanfilter der all informasjon som måles inngår med målestøy proporsjonal med avstand. Informasjon som ikke er målt inngår i en målevektor fra kalman-prediksjonen med målestøy lik prosesstøyen. De mottatte avstandene og ID benyttes til å bestemme relativ posisjon for styringsinnretninger og instrumenterte kabler ved hjelp av avansert triangulering. Som nevnt ovenfor trenger man minst to kjente punkter i det

10 relative posisjonsnettverket for avansert triangulering, hvilke eksempelvis fartøyet og en eller flere halebøyer. Fartøyet og halebøyer er for dette fortrinnsvis forsynt med sender-/mottakerelementer på samme måte som styringsinnretningene for å kunne motta signaler/pulser som sendes ut fra styringsinnretningene.

Trinn j) omfatter å beregne absolutte posisjoner ut fra trinn i), samt absolutte og relative

15 posisjoner til minst to noder i nettverket, fortrinnsvis fartøyet og en eller flere halebøyer, ved hjelp av det eksterne styringssystemet, så som APOS. Absolutte posisjoner for hele kabel-arrayet kan dermed beregnes ved å benytte navigasjonsdata fra fartøyet og navigasjonsdata fra halebøyer eller andre egnet midler som får navigasjonsdata fra en GPS eller lignende systemer.

Trinn k) omfatter å beregne Cross Track Error ved å sammenligne de(n) absolutte posisjonen(e)

20 med en absolutt referanse, hvilken differanse kan bli benyttet av et overordnet styringssystem, så som et STAP-system ("Seismic Towed Array Positioning System") for styring av styringsinnretningene for styring av de(n) instrumenterte kabelen/kablene.

Trinn l) omfatter å gjenta trinnene a)-k) så lenge operasjonen varer eller så lenge det er ønskelig å vite avstander og posisjoner.

25

Modifikasjoner

Selv om det ovenfor er tatt utgangspunkt i en styringsinnretning som i Fig. 1a vil det på samme måte kunne anordnes sende-/mottakerelementer i en eller flere vinger for en styringsinnretning som vist i Fig. 2b og oppnå de samme egenskapene. Det er også klart at trekkene i de to ulike

30 styringsinnretningene kan kombineres for å skape ytterligere utførelsesformer. Det skal også bemerkes at den ovenfor beskrevne teknikken også enkelt kan implementeres, eksempelvis på en styringsinnretning som beskrevet i NO 20064102.

Selv om det bare er beskrevet akustiske sender-/mottakerelementer i forbindelse med styringsinnretningene er det klart at et system også kan omfatte akustiske sender og mottakere i de

35 instrumenterte kablene.

Akustiske sender-/mottakerelementer er i beskrivelsen angitt at er anordnet i vingen til styringsinnretningen, men det er også mulig å anordne disse til eksempelvis motor og drivverkhuse til en styringsinnretning som omfatter avtakbare motor og drivverkhuse, eller sender-/mottakerelementene kan anordnes til styringsinnretningens hovedkropp. Det er også
5 klart at en styringsinnretning kan omfatte flere sender-/mottakerelementer på flere steder, så som i flere vinger, både hovedkropp og vinge dersom det er hensiktsmessig.

Sender-/mottakerelementene kan ha mange ulike utforminger og er ikke å anse som begrenset av den fremviste utførelsesformen. Videre er det klart at transponder-kretskortet kan være integrert i et eller flere av styringsinnretningens opprinnelige kretskort.

10 Selv om det ikke er fordelaktig kan sender-/mottakerelementene være innrettet for å festes eksternt til styringsinnretningene.

Patentkrav

1. Styringsinnretning (10, 50) for å styre posisjonen til en instrumentert tauet kabel i vann, så som en marin seismisk streamer, og/eller et instrumentert tauet kabelarray (streamer-array) med
5 muligheten til å styre de individuelle instrumenterte kablene både i form og posisjon i forhold til andre instrumenterte kabler og dermed motvirke sidestrøm og/eller andre dynamiske krefter som virker på et trukket array bak et seismisk kartleggingsfartøy, hvilken styringsinnretning (10, 50) omfatter en hovedkropp (12, 53), vinger (11, 52), tilkoblingsmidler (14a-b) for mekanisk og elektrisk tilkobling av styringsinnretningen (10, 50) i serie mellom to tilliggende seksjoner av en
10 instrumentert kabel, samt drivmidler for å styre den respektive vinkelposisjonen til vingene (11, 52) for å styre den laterale og vertikale posisjonen til den instrumenterte kabelen, **karakterisert ved** at styringsinnretningen (10, 50) er forsynt med ett eller flere akustikkmidler, så som akustiske sender-/mottakerelementer (40), anordnet til eller integrert i styringsinnretningens vinger (11, 52), hovedkropp (12, 53) eller motor og drivverkhus (51).
15
2. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at vingene (11) er tilpasset for elektrisk tilkobling og signaltilkobling til den tilpassede hovedkroppen (12) eller at vingene (11) og hovedkroppen (10) er forsynt med midler (110) for trådløs/kontaktløs overføring av energi og/eller kommunikasjon (signaler/data) for overføring fra hovedkropp (10) til vinge (11), vinge (11) til
20 hovedkropp (10) eller begge veier, eller at styringsinnretningens motor og drivverkhus (51) er tilpasset for elektrisk tilkobling og signaltilkobling til hovedkroppen (53).
3. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at de akustiske sender-/mottakerelementene (40) er innrettet for å sende akustiske signaler/pulser i en eller to retninger.
25
4. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at de akustiske sender-/mottakerelementene (40) er retningsstyrte, samt har sensitivitet langs den instrumenterte kabelen for å muliggjøre målinger langs den instrumenterte kabelen.
5. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at sender-/mottakerelementene (40) er innrettet for å sende og motta bredbåndssignaler, så som DSSS-signaler ("DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum"), hvilke signaler er spesielt utformet for å gi
30 god autokorrelasjon for signalsekvensene for å detekteres, samt lav krysskorrelasjonsegenskaper mot andre sekvenser.

6. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at sender-/mottakerelementene (40) er innrettet for både sending og mottak av signaler/pulser.
7. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at styringsinnretningen (10) er
5 forsynt med kommunikasjonsmidler, så som et transponder-kretskort (150), for kommunikasjon mellom et eksternt styringssystem, så som APOS, og sender-/mottakerelementene (40).
8. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 7, **karakterisert ved** at transponder-kretskortet (150) er tilkoblet sender-/mottakerelementene (40) og den instrumenterte kabelens styringslinje
10 og energilinje, enten direkte via styringsinnretningens (10, 50) mekaniske tilkoblinger eller via styringsinnretningens (10) midler (110) for trådløs/kontaktløs overføring av kommunikasjon og/eller energi.
9. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 7, **karakterisert ved** at transponder-kretskort (150)
15 er innrettet for å kunne kommanderes til å sende og/eller lytte.
10. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 7, **karakterisert ved** at transponder-kretskortet (150) omfatter tre enheter/kort, henholdsvis:
- et digitalt prosesseringskort (151) for koding av signaler og styring av når sender-
20 /mottakerelementene (40) skal sende og/eller motta, signalbehandling, så som filtrering og dekoding av signaler, samt kommunikasjon med et eksternt styringssystem, så som APOS,
 - et sendekort (152) for DA-konvertering av styresignal og eksitasjon på sender-
/mottakerelementet (40), og
 - et mottakerkort (153) for forsterkning og AD-konvertering av mottatt signal på sender-
25 /mottakerelementet (40).
11. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at sender-/mottakerelementet (40) er utformet som et "sandwich"-element med innfestning på midten av aktivt element og ett "hode" hver retning eller at sender-/mottakerelementet (40) er utformet
30 som et aktivt element av "kompositt"-type innstøpt i et egnet kunststoffmateriale.
12. Styringsinnretning i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at sender-/mottakerelementet (40) er anordnet i et beskyttende hus (41), hvilket hus (41) er tilpasset for anordning i vingen (11)/vingedelen (20) til styringsinnretningen (10), hvilken styringsinnretning 10
35 for dette er forsynt med utragende elementer (42) på hver sin side av vingdelen (20), hvilke

utragende elementer (42) er forsynt med gjennomgående hull, tilpasset huset (41) for fast anordning av sender-/mottakerelementet (40) via dets hus (41) deri.

13. Fremgangsmåte for posisjonsbestemmelse og avstandsmålinger for en instrumentert tauet kabel i vann, så som en marin seismisk streamer, og/eller et instrumentert tauet kabelarray (streamer-array), til hvilke(n) instrumentert (e) kabel/kabler styringsinnretninger (10, 50) er tilordnet for å styre de individuelle instrumenterte kablene både i form og posisjon i forhold til andre instrumenterte kabler og dermed motvirke sidestrøm og/eller andre dynamiske krefter som virker på et trukket array bak et seismisk kartleggingsfartøy, og til hvilke(n) instrumenterte kabel/kabler er anordnet halebøyer, **karakterisert ved** at fremgangsmåten omfatter følgende trinn:
- a) Taue en instrumentert kabel eller et kabel-array bestående av et antall instrumenterte kabler bak et fartøy, hvilke(n) instrumentert(e) kabel/kabler er tilordnet styringsinnretninger (10, 50) forsynt med ett eller flere akustikkmidler, så som akustiske sender-/mottakerelementer, anordnet til eller integrert i styringsinnretningens vinger, hovedkropp eller motor og drivverkhus,
 - b) Konfigurere hver styringsinnretning til de(n) instrumenterte kabelen/kablene til å sende akustiske pulser/signaler på en av y kanaler og konfigurere hver styringsinnretning til de(n) de instrumenterte kabelen/kablene til å motta på alle y kanaler,
 - c) Velge en instrumentert kabel og konfigurere styringsinnretningene på den valgte instrumenterte kabelen til å sende på kanal 1, kanal 2, ..., kanal y , kanal 1.. suksessivt nedover den valgte instrumenterte kabelen,
 - d) Kommandere alle styringsinnretninger på den valgte instrumenterte kabel til å sende ved tidspunkt T_0+X_1s gjennom en kringkastingsmelding simultant til alle styringsinnretninger,
 - e) Kommandere alle styringsinnretninger på alle andre instrumenterte kabler i et kabel-array til å motta signaler med ID etter tidspunkt T_0+X_1s og/eller kommandere andre styringsinnretninger langs den valgte instrumenterte kabelen som ikke sender til å motta signaler med ID etter tidspunkt T_0+X_1s ,
 - f) Rapportere ID og avstander for mottatte signaler/pulser innenfor et tidsrom $T_0+X_1s - T_0+X_2s$, hvor $X_2 > X_1$, men ikke for signaler/pulser mottatt etter T_0+X_2s , til et styringssystem på forespørsel,
 - g) Etter at alle styringsinnretninger på den valgte instrumenterte kabelen har sendt ferdig, kommanderes styringsinnretningene til en neste valgt instrumenterte kabel for sending, mens styringsinnretningene på den første valgte instrumenterte kabelen kommanderes til å motta,
 - h) Gjenta kontinuerlig trinnene b)-g) for alle de instrumenterte kablene i et kabel-array,

i) Beregne relative posisjoner og lydhastigheter basert på informasjon fra trinn f) ved hjelp av et eksternt styringssystem, så som APOS,

5 j) Beregne absolutt posisjon basert på informasjon fra trinn i), samt absolutte og relative posisjoner til minst to noder i nettverket, fortrinnsvis fartøyet og en eller flere halebøyer, ved hjelp av et eksternt styringssystem, så som APOS,

k) Beregne Cross-Track Error basert på informasjon fra trinn j)

l) Gjenta trinne a)-k) kontinuerlig så lenge operasjonen varer.

10 14. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** at trinn e) omfatter tidsmerking av mottatte signaler/pulser.

15. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** at trinn f) omfatter beregning av avstander basert på tidspunktet for sending og tidspunktet for mottak av signaler.

15 16. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** at trinn f) omfatter at styringsinnretningene rapporterer simultant for å unytte båndbredden i de(n) instrumenterte kablen/kablene.

20 17. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** å forsyne fartøy og halebøyer med sender-/mottakerelementer, eller bare mottakerelementer, og konfigurere disse sender-/mottakerelementene til å motta signaler/pulser sendt fra styringsinnretningene, samt for kommunikasjon med et eksternt styringssystem, så som APOS.

25 18. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** at relative posisjoner og hastigheter i trinn i) beregnes ut fra informasjon fra trinn f), samt informasjon, målt eller beregnet, om kjente punkter, så som posisjon for fartøy og en eller flere halebøyer, ved hjelp av et Kalmanfilter der all informasjon som måles inngår med målestøy proporsjonal med avstand og informasjon som ikke er målt inngår i en målevektor fra kalman-prediksjonen med målestøy lik prosesstøyen.

30 19. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** at absolutte posisjoner for hele kabel-arrayet i trinn i) beregnes ved i tillegg å benytte navigasjonsdata fra fartøyet og navigasjonsdata fra en eller flere halebøyer eller andre egnet midler som får navigasjonsdata fra en GPS eller lignende systemer.

35

20. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 13, **karakterisert ved** at Cross Track Error i trinn k) beregnes ved å sammenligne de(n) absolutte posisjonen(e) fra trinn j) med en absolutt referanse.

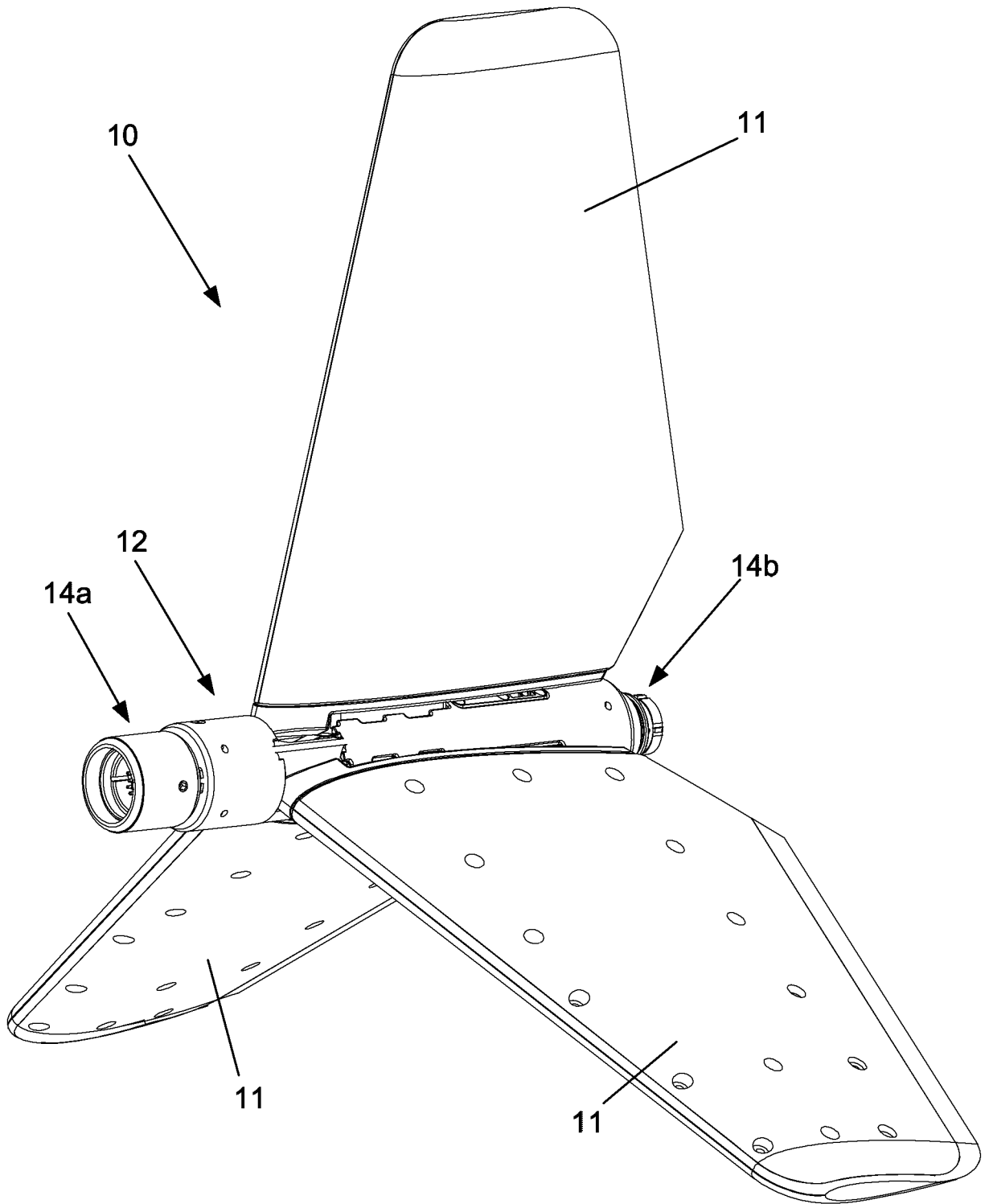


Fig. 1a

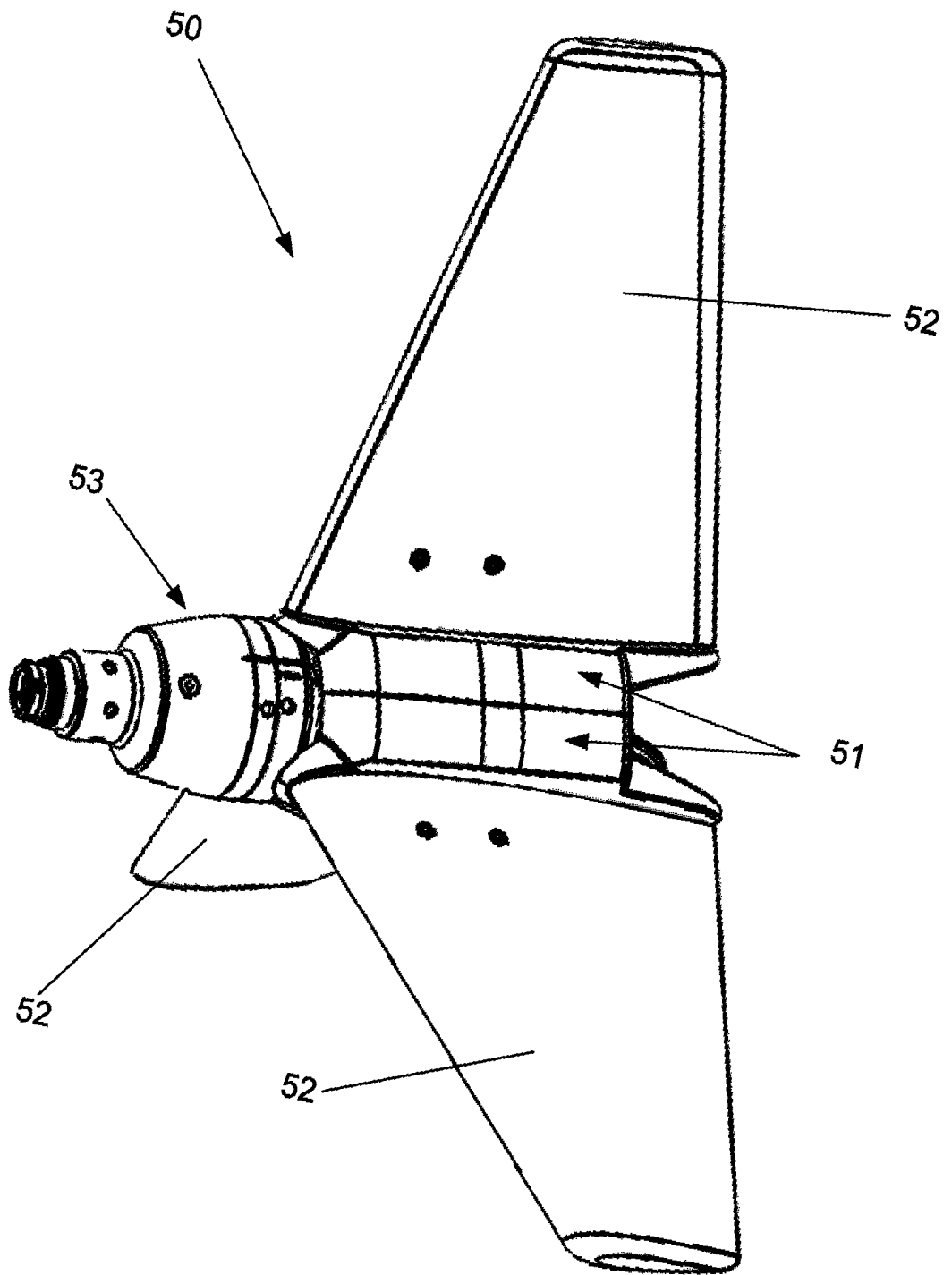


Fig. 1b

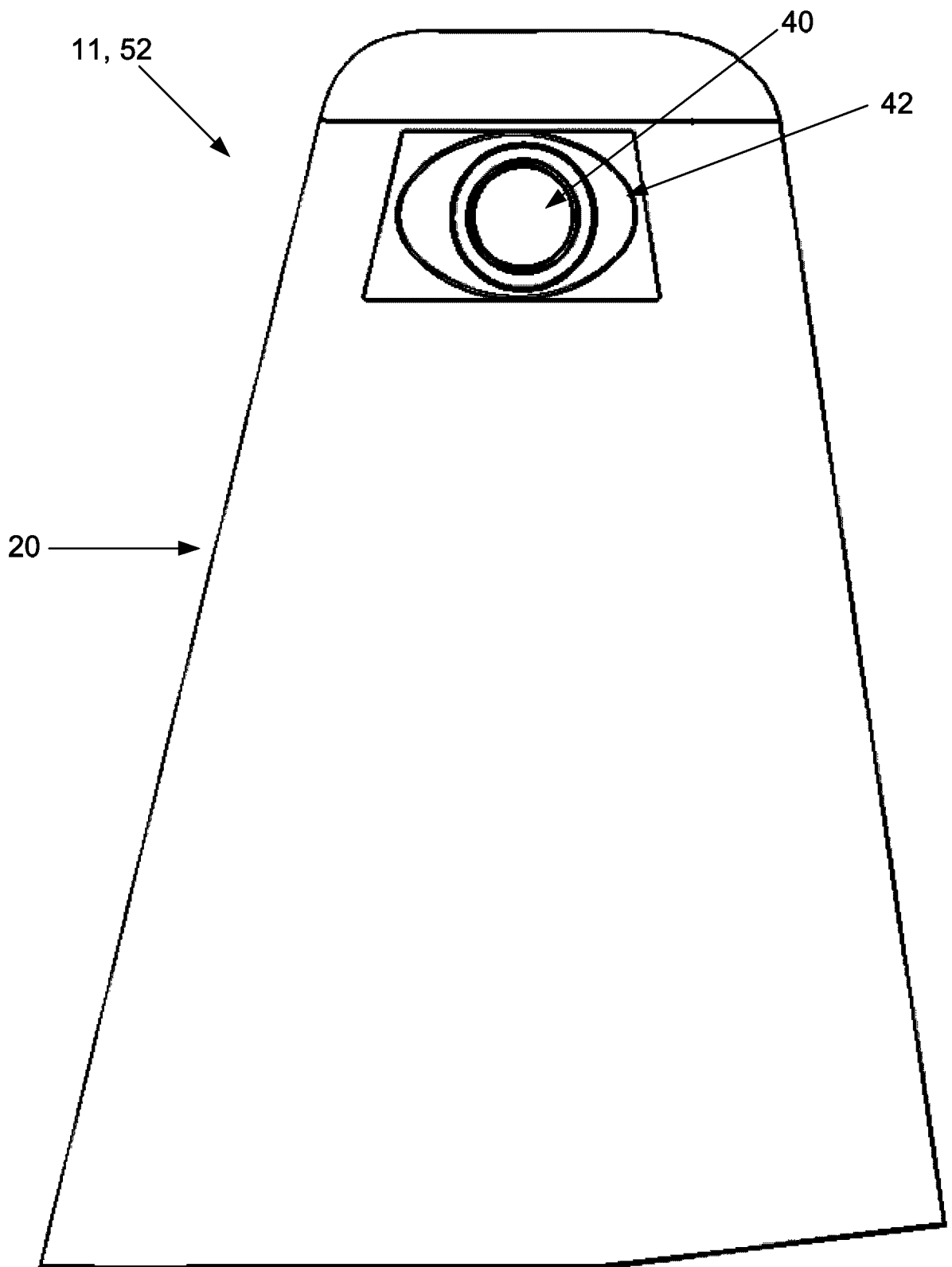
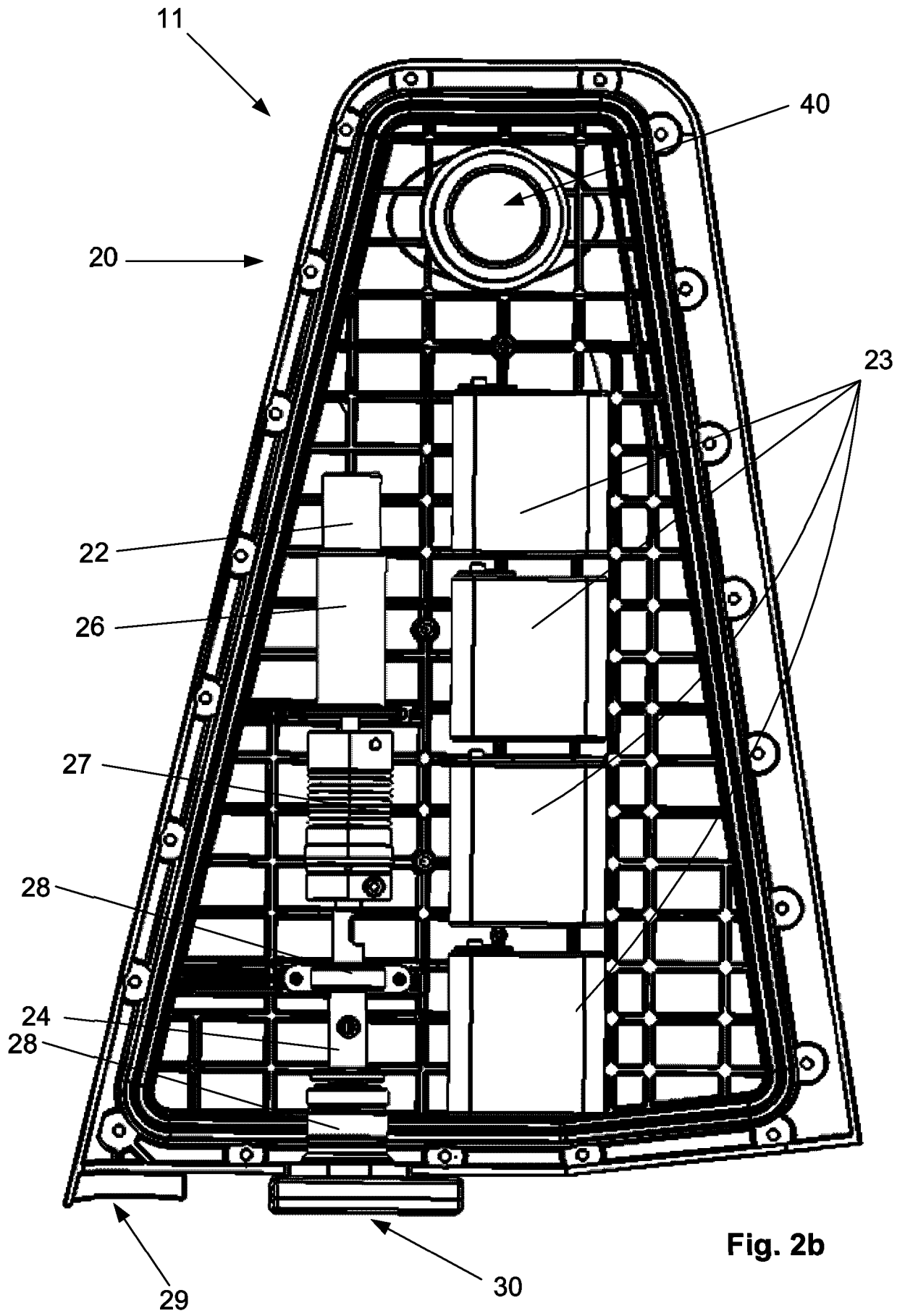


Fig. 2a



5/6

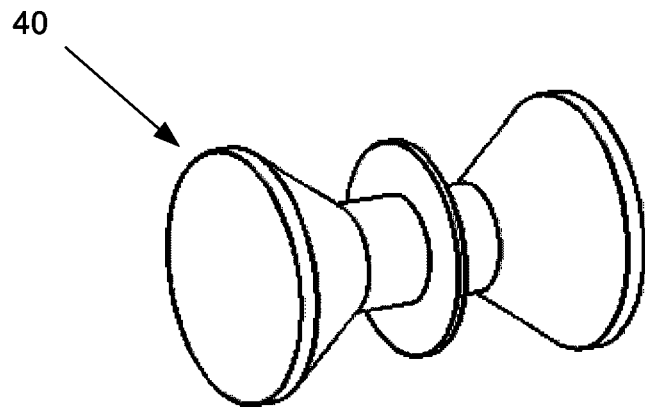


Fig. 3a

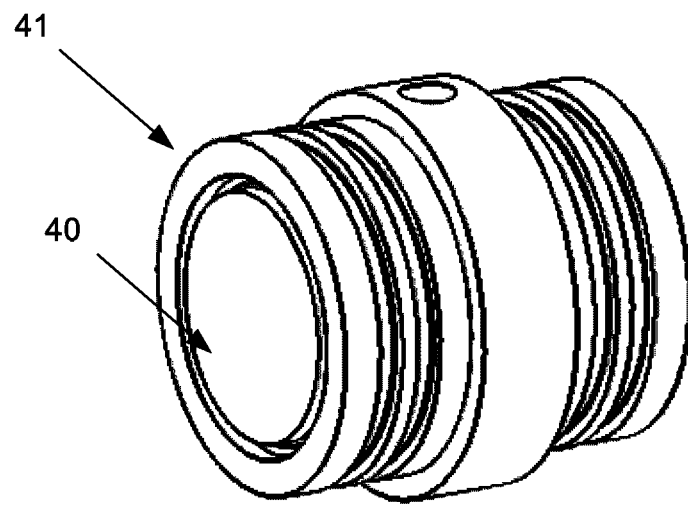


Fig. 3b

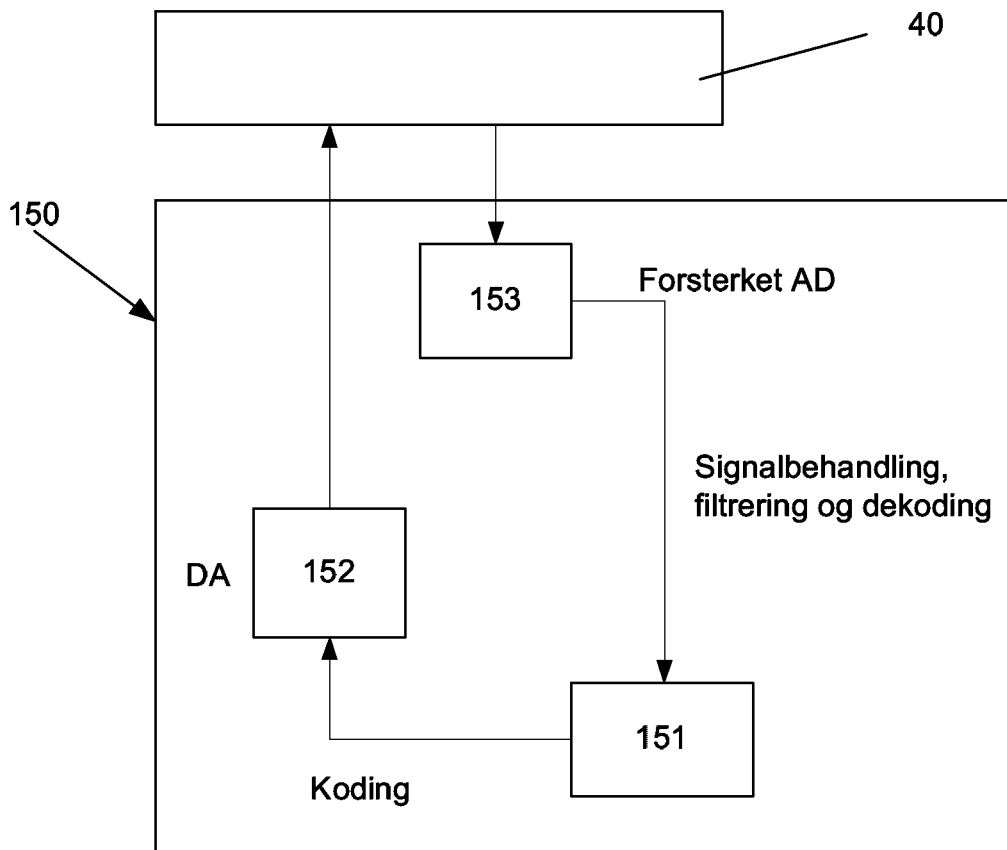


Fig. 4

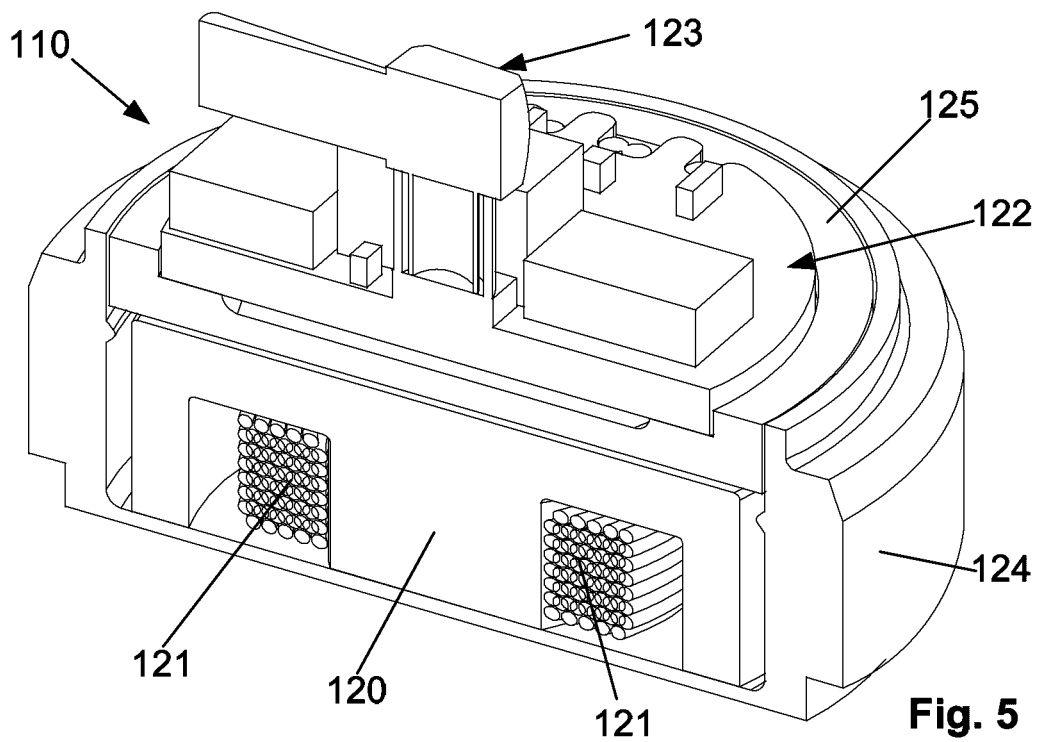


Fig. 5