



(12) **SØKNAD**

(19) NO

(21) **20121016**

(13) **A1**

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 1/02 (2006.01)

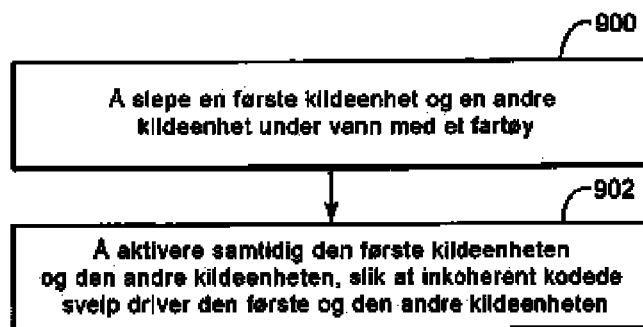
G01V 1/36 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20121016	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2012.09.10	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2012.09.10	(30)	Prioritet	2011.10.19, FR, 1159433
(41)	Alm.tilgj	2013.04.22			
(73)	Innehaver	CGGVeritas Services SA, 27 avenue Carnot, FR-91300 MASSY, Frankrike			
(72)	Oppfinner	Laurent Ruet, c/o CGGVeritas Services SA, 27 avenue Carnot, FR-91300 MASSY, Frankrike			
(74)	Fullmektig	Acapo AS, Postboks 1880 Nordnes, 5817 BERGEN, Norge			

(54)	Benevnelse	Akvisisjonsmetode for vibroseiske marine kilder
(57)	Sammendrag	

Styringsmekanismer, computersoftware og fremgangsmåter for å drive vibrerende kildeenhet under vann. En inkoherent akkvisisjonsmetode driver individuelle kildeelementer samtidig og inkoherent, mens en koherent akkvisisjonsmetode driver høyfrekvente individuelle kildeelementer samtidig og inkoherent og lavfrekvente individuelle kildeelementer samtidig og koherent. Tettere dekning og en økt energiinput er følgelig oppnådd for kildeenhetene.



Oppfinnelsens tekniske område

Utførelsesformer av søknadsgjenstanden vist og beskrevet nedenfor relaterer seg generelt til fremgangsmåter og systemer, og mer spesielt til mekanismer og teknikker for å generere en akkvisisjonsmetode for vibroseiske marine kilder.

5

Diskusjon av bakgrunnen

Refleksjonsseismologi er en metode for geofysisk undersøkelser for å bestemme de karakteristiske egenskapene til en del av et undergrunnslag i en jordformasjon, der informasjonen er særlig til hjelp i olje- og gassindustrien. Marin refleksjonsseismikk er basert på bruk av en styrt kilde som sender energibølger ned i jordformasjonen. Ved å måle tiden det tar for refleksjonen å komme tilbake til et flertall mottakere, er det mulig å estimere dybden til og/eller sammensetningen av elementene som forårsaker slike refleksjoner. Disse elementene kan bli assosiert med forekomsten av hydrokarboner i jordformasjonen.

For marine applikasjoner, er de seismiske kildene i det vesentlige impulsive, (for eksempel komprimert luft som plutselig tillates å ekspandere). En av de mest anvendte kilder er luftkanoner. Luftkanoner produserer en stor mengde akustisk energi over en kort tid. En slik kilde blir slept av et fartøy, enten på vannflaten eller på en viss dybde under vannflaten. De akustiske bølgene fra luftkanonen forplanter seg i alle retninger. Et typisk frekvensområde for de utsendt akustiske bølger som sendes de impulsive kildene er mellom 6 og 300 Hz. Frekvensinnholdet til de impulsive kilden er imidlertid ikke fullt ut styrbare og ulike kilder blir valgt, avhengig av behovet som knytter seg til den spesifikke kartleggingen. I tillegg kan bruken av impulsive kilder utgjøre visse sikkerhets- og miljømessige bekymringer.

Andre klasser av kilder som følgelig kan anvendes, er vibrerende kilder. Vibrerende kilder, inkludert hydraulisk drevne kilder og kilder som anvender piezoelektrisk eller magnetostriktivt materiale, har vært anvendt i marine operasjoner. Det er imidlertid ingen bruk i stor skala av slike kilder, da de har begrenset kraft og da de ikke er pålitelige på grunn av antallet bevegelige deler som er nødvendig for å generere de seismiske bølgene. Et positivt aspekt ved vibrerende kilder er at de kan generere signaler som inkluderer forskjellige frekvensbånd, vanligvis referert til som «frekvenssveip». Frekvensbåndet til slike kilder bli bedre styrt sammenlignet med impulsive kilder. De kjente vibrerende kildene fremskaffer imidlertid ikke en høy vertikal oppløsning, da det typiske frekvensområdet til en marin seismisk kilde representerer om lag fire oktaver. Noen få eksempler på slike kilder skal nå bli drøftet nedenfor.

De vibratoriske kildene trenger å være romlig anordnet, når de slepes, slik at de rimelig dekker grunnformasjonen som ønskes undersøkt og også fremskaffer en høy energioutput, slik at mottakerne er i stand til å registrere de reflekterte seismiske bølgene. Forskjellige arrangementer er kjent innen teknikken for impulsive kilder som også kan bli anvendt for de vibratoriske kildene. Figur 1 kan for eksempel vise et system 10 der en kildeenhet 20 blir slept under vannflaten ved et flertall streamere 30 (fire i dette tilfellet). Figuren illustrerer et tverrsnittoppriss av dette systemet, det vil si i et plan vinkelrett på streamerne. De seismiske bølgene 22a-d som sendes ut av kilden blir reflektert fra en overflate 40 og registrert av mottakerne på streamerne 30. En avstand «a» mellom to suksessive refleksjoner er kalt «bin»-størrelse. Fordi denne bin-størrelsen blir målt langs en tverrlinje, representerer «a» tverrlinje bin-størrelse. Tverrlinjen er definert som en linje som i det vesentlige står vinkelrett på streamerne, forskjellig fra en akse Z som beskriver dybden til streamerne under vann. En in-line er en linje som strekker seg i det vesentlige langs streamerne og som står perpendikulært på tverrlinjen. Det kartesiske systemet vist i figur 1 har for eksempel X-aksen parallell med in-line, Y-aksen parallell med tverrlinjen og Z-aksen beskriver dybden til streamerne.

Med dette arrangementet er tverrlinjens bin-størrelse halve tverrlinjeavstanden 42 mellom to påfølgende streamere. Det er notert at streamerne er typisk plassert 100 m fra hverandre. Nevnte in-linestørrelse kan være mye mindre, da den avhenger hovedsakelig av separasjonen mellom mottakerne på selve streameren, som kan være rundt 12 til 15 m. Det er følgelig ønskelig å redusere tverrlinjens bin-størrelsen. Med en tverrlinjes bin-størrelse i størrelsesorden 50 m, kan pseudonym-effekten bli produsert, særlig for de høyeste frekvensene, da den maksimale bin-størrelsen er omvendt proporsjonal med frekvensen.

En vanlig teknikk som anvendes for å redusere tverrlinjens bin-størrelse er en flippflopp-akkvisisjonsmetode. I denne modus sleper fartøyet to kilder 20 og 20', som vist i figur 2. Dette arrangementet 50 er konfigurert for å skyte en kilde 20, lytte for en forhåndsbestemt tid for refleksjonene til den først utsendte bølgen, og deretter å skyte den andre kilden 20' og lytte for refleksjonene av den andre utsendte bølgen. Deretter gjentas metoden. Denne metoden doubler dekningen og reduserer tverrlinjens bin-størrelsen til en avstand «b», som er mindre enn «a».

På grunn av særegenheter ved de video-akustiske kilder forefinnes det imidlertid i tillegg akkvisisjonsmetoder, som ikke er anvendelige for impulsive kilder, som kan bli brukt for å øke yteevnen til akkvisisjonen som drøftet nedenfor.

Oppsummering

Ifølge en eksemplifisert utførelsesform, er det en inkoherent akkvisisjonsmetode for å drive vibrerende kildeenheter under vann. Fremgangsmåten inkluderer et trinn med å slepe med et fartøy en første kildeenhet og en andre kildeenhet under vann, der den første kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeelementer og den andre kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeelementer; og et trinn med å aktivere samtidig den første kildeenheten og den andre kildeenheten, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver den første og den andre kildeenheten.

Ifølge nok en annen eksemplifisert utførelsesform, er en styringsmekanisme konfigurert for å implementere en inkoherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann. Styringsmekanismen inkluderer en prosessor som er konfigurert for samtidig å aktivere en første kildeenhet og en andre kildeenhet, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver den første og den andre kildeenheten. Den første kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeelementer og den andre kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeelementer.

Ifølge nok en annen eksemplifisert utførelsesform er det en inkoherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann. Fremgangsmåten inkluderer et trinn med et fartøy å slepe høyfrekvens første og andre kildeenheter og en lavfrekvent kildeenhet under vann, der de høyfrekvente første og andre kildeenheter inkluderer et flertall høyfrekvente individuelle kildeelementer og den lavfrekvente kildeenheten inkluderer et flertall lavfrekvente individuelle kildeelementer; et trinn for å aktivere samtidig den høyfrekvente første individuelle kildeenhet og den høyfrekvente andre kildeenheten, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver de høyfrekvente første og andre kildeelementer; og et trinn for å aktivere samtidig flertallet lavfrekvente individuelle kildeelementer til den lavfrekvente kildeenheten, slik at koherent kodede drivsignaler driver de lavfrekvente individuelle kildeelementer.

Ifølge nok en annen eksemplifisert utførelsesformer er det en styringsmekanisme som er konfigurert for å implementere en koherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann. Styringsmekanismen inkluderer en prosessor som er konfigurert for å aktivere samtidig en høyfrekvent første kildeenhet og en høyfrekvent andre kildeenhet, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver de høyfrekvente første og andre kildeenheter; og å aktivere samtidig et flertall lavfrekvente individuelle kildeelementer tilhørende en lavfrekvent kildeenhet, slik at koherent kodede drivsignaler driver de lavfrekvente individuelle kildeelementer. De

første og andre kildeelementene inkluderer et flertall høyfrekvente individuelle kildeelementer.

Kort beskrivelse av tegningene

- 5 De medfølgende tegninger, som er inkorporert i og som utgjør en del av spesifikasjonen, illustrerer én eller flere utførelsesformer, og sammen med beskrivelsen, forklarer disse utførelsesformen. I tegningene:
- figur 1 er et skjematisk diagram av en tradisjonell akkvisisjonsmetode;
 - figur 2 er et skjematisk diagram av et flipp-flopp akkvisisjonsmetode;
 - 10 figur 3 er et skjematisk diagram av et vibro-akustiske kildeelement;
 - figurene 4a til 4d er skjematisk diagrammer av en inkoherent akkvisisjonsmetode ifølge en eksemplifisert utførelsesform;
 - figurene 5a og 5b er skjematisk diagrammer for en koherent akkvisisjonsmetode ifølge en eksemplifisert utførelsesform;
 - 15 figur 6 er en skjematisk illustrasjon av en bin-størrelse ved koherent driving av lavfrekvente individuelle kildeelementer og inkoherent drevne høyfrekvente individuelle kildeelementer;
 - figurene 7a og 7b illustrerer andre koherent akkvisisjonsmetoder ifølge en eksemplifisert utførelsesform;
 - 20 figurene 8a og 8b illustrerer forskjellige arrangementer med individuelle kildeelementer i en kildeenhet;
 - figur 9 er et flytskjema av en koherent akkvisisjonsmetode ifølge en eksemplifisert utførelsesform;
 - figur 10 er et flytskjema for en koherent akkvisisjonsmetode ifølge en eksemplifisert utførelsesform; og
 - 25 figur 11 er et skjematisk diagram av en styringsinnretning ifølge en eksemplifisert utførelsesform.

Detaljert beskrivelse

- 30 Den følgende beskrivelse av de eksemplifiserte utførelsesformene refererer til de medfølgende tegninger. De samme henvisningstall i de ulike tegningene identifiserer de samme eller lignende elementer. Den følgende detaljerte beskrivelse er ikke ment å begrense oppfinnelsen. Oppfinnelsens omfang er i stedet definert av de medfølgende patentkrav. De etterfølgende utførelsesformer blir diskutert for enkelt-
- 35 hets skyld med hensyn til terminologi og strukturen til en vibroseisk akustisk kildeenhet. Utførelsesformene som skal diskuteres nedenfor er imidlertid ikke begrenset

til en marin seismisk kilde, men kan bli anvendt i tilknytning til andre strukturer som genererer en seismisk bølge som har et styrt frekvensområde.

Henvisninger gjennom spesifikasjonen til «én utførelsesform» eller «en utførelsesform» betyr at et spesifikt trekk, en konstruksjon eller en karakteristikk beskrevet i forbindelse med en utførelsesform er inkludert i minst én utførelsesform av den søknadsgjenstand som er vist. Tilstedeværelsen av frasene «i én utførelsesform» eller «i en utførelsesform» på forskjellige steder gjennom beskrivelsen refererer følgelig nødvendigvis ikke til den samme utførelsesformen. Spesifikke trekk, konstruksjoner eller karakteristikker kan videre bli kombinert på en hvilken som helst egnet måte i en eller flere utførelsesformer.

Ifølge en eksemplifisert utførelsesform er det minst to kildeenheter, der hver enhet har to eller flere individuelle kildeelementer. Kildeenhetene blir operert (i) samtidig og inkoherent med kodede drivsignaler eller (ii) samtidig og koherent. Ved å operere kildeenhetene samtidig og inkoherent blir et totalt energioutput doblet i forhold til konvensjonelle kildeenheter som anvender en flipp-flopp akkvisisjonsmetode. Ved å operere kildeenhetene samtidig og koherent firedobles et totalt energioutput i forhold til en konvensjonell kildeenhet som bruker en flipp-flopp akkvisisjonsmetode. Ifølge en applikasjon er hver kildeenhet satt sammen av to delenheter. En første delenhet kan inkludere individuelle kildeelementer som er optimalisert for et første frekvensområde (for eksempel lavfrekvensområdet mellom 2 og 32 Hz) og en andre delenhet kan inkludere individuelle kildeelementer som er optimalisert for et andre frekvensområde (for eksempel det høyfrekvente området 32 og 128 Hz). Et større antall med delenheter eller forskjellige frekvenser er også mulig.

Forut for drøftelser av en ny akkvisisjonsmetode, skal nå et eksempel på et kildeelement diskutere. Det er notert at dette ene mulige kildeelementet og den nye akkvisisjonsmetoden kan bli anvendt på forskjellige kildeelementer (for eksempel et hvilket som helst vibro-akustiske kildeelement). Ifølge en eksemplifisert utførelsesform er et individuelt kildeelement illustrert i figur 3. Figur 3 viser det individuelle kildeelementet 100 til en seismisk kildeenhet som inkluderer en mantel 120, som sammen med stemplene 130 og 132, innkapsler et elektromagnetisk aktuatorsystem 140 og separerer dette fra omgivelsene 150, som kan være vann. Mantelen 120 har første og andre åpninger 122 og 124 som er konfigurert for å bli lukket av stemplene 130 og 132. Det elektro-magnetiske aktuatorsystemet 140 er konfigurert for samtidig å drive stemplene 130 og 132 i motsatt retninger for generering av seismiske bølger. Ifølge en applikasjon er stemplene 130 og 132 rigide. Det elektro-magnetiske aktuatorsystemet 140 kan inkludere to eller flere individuelle elektro-magnetiske

aktuatorer 142 og 144. Uavhengig av hvor mange individuelle elektromagnetiske aktuatorene som blir brukt i et individuelt kildeelement 100, er aktuatorene anordnet i par og parene er konfigurert for å virke samtidig i motsatt retninger på samsvarende stempler for å forhindre vuggende bevegelse av de individuelle kildeelementene 100.

5 Størrelsen og konfigureringen av de elektro-magnetiske aktuatorene avhenger av den akustiske output fra det individuelle kildeelementet. Figur 3 viser at de to aktuatorene 142 og 144 er separert av en vegg 146 som ikke nødvendigvis må være på midten av aktuatorsystemet 140. Ifølge en utførelsesform er de to aktuatorene 142 og 144 utformet som en single enhet, og der det ikke er noe grensesnitt mellom de to aktuatorene. Ifølge nok en annen applikasjon, to aktuatorene 142 og 144. I nok en annen anvendelse er aktuatorsystemet 140 innfestet til mantelen 120 ved hjelp av en innfestingsinnretning 148. Innfestingsinnretningen 148 kan være en konstruksjon av avstivningstypen. Ifølge én applikasjon kan innfestingsinnretningen 148 utgjøres av en vegg som splitter mantelen 120 i et første kammer 120a og et andre kammer 120b. Om innfestingsinnretningen 148 er en vegg, kan aktuatorene 142 og 144 være innfestet til vegg 148 eller de kan være innfestet til mantelen 120 ved hjelp av andre innretninger, slik at aktuatorene 142 og 144 ikke er i kontakt med vegg 148.

For å anordne stemplene 130 og 132 med muligheten til å beveges i forhold til mantelen 120 for derigjennom å generere de seismiske bølgeene, er en tettingsmekanisme 160 anordnet mellom stemplene og mantelen. Tettingsmekanismen 160 kan være konfigurert for å gli fram og tilbake sammen med stemplene. Tetningsmekanismen 160 kan være laget av et elastomermateriale, eller kan være en metallisk fleksible konstruksjon. Ifølge en annen applikasjon kan tettingsmekanismen 160 være en gass- eller væsketetting. En gasstetting (luftlagringstetting) er konfigurert for å injisere en gass i grensesnittet mellom mantelen og stemplene for å forhindre at det omliggende vann trener inn i mantelen. En væsketetting kan benytte, for eksempel et ferromagnetisk fluid, i grensesnittet mellom mantelen og stemplene for på den måten å hindre det omliggende vann i å trenge inn i mantelen. Andre tettinger kan bli anvendt, noe som kan erkjennes av fagmannen på området.

Utførelsesformen vist i figur 3 kan også inkludere en pneumatisk reguleringsmekanisme 170. Den pneumatisk reguleringsmekanismen 170 kan bli anvendt for å balansere ut det eksterne trykket i omgivelsene 150 i forhold til et trykk i mediet innesluttet i mantelen 120 for på den måten å redusere en arbeidsbelastning på aktuatorsystemet 140. Det skal noteres at om trykket i omgivelsene ved punkt 172 (i fronten på stempelet 130) er i det vesentlige likt et trykk i det innesluttete mediet 173 i mantelen 120 ved punkt 174, kan arbeidsbelastningen på aktuatorsystemet 140 bli

helt og holdent anvendt for å aktivere stempelet for å generere det akustiske stempelet i stedet for en del av dette blir anvendt for å overkomme det omliggende trykket ved punkt 172. Det innesluttete mediet 173 i mantelen 120 kan være luft eller andre gasser eller blandinger av gassene.

5 Den pneumatiske mekanismen 170 kan være i fluidforbindelse med en trykkilde (ikke vist) om bord i fartøyet som sleper det individuelle kildeelement 100. Den pneumatiske mekanismen 170 kan også bli konfigurert for å fremskaffe en tilleggs-kraft på stemplene 130 og 132, for eksempel ved lave frekvenser, for å øke det individuelle kildeelementets akustisk output og også å utvide et frekvensspektrum til
10 det individuelle kildeelement.

Utførelsesformen illustrert i figur 3 kan bruke et singel skaft (180 og 182) per stempel for å overføre den aktiverende bevegelsene fra aktiveringssystemet 140 til stemplene 130 og 132. Mer enn et skaft per stempel kan imidlertid bli benyttet
15 avhengig av kravene til det individuelle kildeelement. Å fremskaffe en glatt bevegelse av skaftet 180 i forhold til mantelen 120 (for eksempel for å forhindre en slingre-bevegelse av skaftet), kan et føringssystem 190 være fremskaffet.

Ifølge en applikasjon genereres varme av aktuatorssystemet 140. Denne varmen kan påvirke bevegelsen til skaftene og/eller funksjonen til aktuatorsystemet. Av denne grunnen kan et kjølesystem 194 være anordnet i tilknytning til det
20 individuelle kildeelementet. Kjølesystemet 194, som vil bli diskutert senere, kan være konfigurert for å overføre varme fra aktuatorsystemet 140 til omgivelsene 150.

Det er ønskelig å anvende stemplene 130 og 132 for å generere et output som har et forhåndsbestemt frekvensspektrum. For å styre dette output kan et lokalt styringssystem 200 være anordnet inne i, utenfor eller begge deler, i forhold til
25 mantelen 120. Det lokale styringssystemet 200 kan være konfigurert for å virke i sanntid for å korrigere output fra det individuelle kildeelementet 100. Som sådant kan det lokale styringssystemet 200 inkludere én eller flere prosessorer og sensorer som overvåker statusen til det individuelle kildeelementet 100 og som skaffer tilveie kommandoer for aktuatorsystemet 140 og/eller den pneumatiske mekanisme 170.

30 Kildenhetene drøftet ovenfor kan bli bygget opp fullstendig av individuelle kildeelementer illustrert i figur 3. Kildeenheterne kan imidlertid være bygget opp av forskjellige vibroseiske kildeelementer eller en kombinasjon av disse vist i figur 3 og de som er kjent i teknikkens stilling.

Ifølge en eksemplifisert utførelsesform skal nå en inkoherent akkvisisjonsmetode bli drøftet. Denne akkvisisjonsmetoden er eksemplifisert med referanse til
35 figurene 4a og 4b, som viser sett fra siden og bakfra, et akkvisisjonssystem 300, inkludert et fartøy 310 og to kildeenheter 320a og 320b. Hver kildeenhet 320a og

320b kan inkludere henholdsvis en første delenhets 340a og 340b, og respektivt en andre delenhets 360a og 360b, Det er imidlertid notert at det er mulig å ha en kilde-enhet 430a som inkluderer bare delenhets 340a eller bare delenhets 360b og det samme er sant for kildeenheten 320b.

5 Figurene 4a og 4b viser hver kildeenhet som har to delenheter da kvaliteten til grunnformasjons avbildning blir bedre når en har to delenheter. Delenhets 340a og 340b kan for eksempel inkludere høyfrekvente individuelle kildeelementer og delenhets 360a og 360b kan inkludere lavfrekvente individuelle kildeelementer. De høyfrekvente individuelle kildeelementer blir slept på en første dybde D1, mens
10 de lavfrekvente individuelle kildeelementene blir slept på en andre dybde D2, større enn D1.

Da kodede drivsignaler blir anvendt på det vibrerende individuelle kildeelementet for å sende ut de seismiske bølger (akustiske bølger for eksempel), kan de individuelle kildeelementene bli drevet samtidig og på en inkoherent måte. Et
15 drivsignal kan inkludere, men ikke være begrenset til random støy, et frekvenssveip, og så videre. Et kodet drivsignal har en signatur som kan bli gjenvunnet senere, det vil si når den seismiske bølgen blir registrert eller i løpet av et prosesseringstrinn, idet de registrerte bølgene kan bli separert basert på kildene som sendte ut disse bølgene. Å drive kildene inkoherent betyr at kodede drivsignaler for kilden 320a ikke
20 overlapper (ikke er korrelert) med kodede drivsignaler for kildeenheten 320b. Av disse årsakene kan de registrerte seismiske bølgene (etter refleksjon i grunnformasjonen) bli gjenvunnet og separert under prosesseringen, for eksempel ved å bruke signaturdekonvolving eller kryss-korrelasjon med en pilot. Dette er ikke mulig for luftkanonkildene.

25 Ved å drive kildeenheten 320a og 320b samtidig og inkoherent med kodede drivsignaler, blir den totale energi som sendes ut av de to kildeenhetene doblet (totalt energioverføring +3 dB) i forhold til det tilfelle der kildene bruker en flipp-flopp akkvisisjonsmetode. En flipp-flopp akkvisisjonsmetode driver kildene i et gitt mønster. Ved for eksempel å ta i betraktning at det er mulig å drive en kilde i
30 modusene A og B, ved å drive kildene ABAB..... eller ABBABB oppnås det en flipp-flopp akkvisisjonsmetode. Det er notert at en kildeenhet kan inkludere et forhåndsbestemt antall individuelle kildeelementer, for eksempel mellom 16 og 30. Andre antall med individuelle kildeelementer er også mulig. Termen «samtidig» indikerer at alle individuelle kildeelementer i begge kildeenhetene 320a og
35 kildeenheten 320b blir drevet på samme tid. Termen «inkoherent» betyr at de individuelle kildeelementene til kildeenheten 320a har et innhold som er forskjellig fra de individuelle kildeelementene til kildeenheten 320b. Med andre ord sender alle de

individuelle kildeelementene til kildeeenheten 320a ut det samme innhold og de individuelle kildeelementene til kildeeenheten 320b sender alle ut et forskjellig innhold, og følgelig kan et hvilket som helst par med kilder, én fra kildeeenheten 320a og én fra kildeeenheten 320b, ha et ulikt innhold.

5 Ifølge en eksemplifisert utførelsesform er det mulig å drive samtidig og inkoherent bare delenhetene 340a og 340b eller bare delenhetene 360a og 360b. Ifølge nok en annen eksemplifisert utførelsesform som er illustrert i figurene 4c og 4d er det mulig å ha kildeeenhetene 320a 320b, som alle har henholdsvis kildeelementene 360a og 360b, anordnet på samme dybde D. Ifølge denne
10 eksemplifiserte utførelsesform er følgelig de individuelle kildeelementene ikke atskilt basert på et frekvensinnhold som vist i figurene 4a og 4b. For den eksemplifiserte utførelsesformen vist i figurene 4c og 4d er den samme nye akkvisisjonsmetoden som drøftet i tilknytning til figurene 4a og 4b, anvendt.

Ifølge en annen eksemplifisert utførelsesform skal nå en koherent akkvisi-
15 sjonsmetode drøftes. Denne akkvisisjonsmetoden er eksemplifisert med henvisning til figurene 5a og 5b, som viser fra side og bakside, et akkvisisjonssystem 400 som inkluderer et fartøy 410 og tre kildeenheter 440a, 440b og 446. Ifølge denne utførelsesformen inkluderer hver av kildeeenhetene 440a og 440b en delkildeenhet som har høyfrekvente individuelle kildeelementer og kildeeenheten 460 som inklu-
20 derer lavfrekvente individuelle kildeelementer. Når en koherent utførelsesformen vist i figur 5b sammenlignes med den som er vist i figur 4b, er med andre ord de lavfrekvente individuelle kildeelementene 360a og 360b blitt slått sammen til et singel kildearrangement 460. De høyfrekvente individuelle kildeelementene blir slept på en første dybde D1, mens de lavfrekvente individuelle kildeelementene blir slept på en
25 andre dybde D2 som er større enn D1.

Da de vibrerende individuelle kildeelementene anvender kodete drivsignaler for utsending av de seismiske bølgene (for eksempel akustiske bølger), kan de høyfrekvente individuelle kildeelementene bli drevet samtidig og på en inkoherent måte, mens de lavfrekvente individuelle kildeelementene kan bli drevet samtidig og på en
30 koherent måte. Dette betyr at signalenes innhold fra kildeeenheten 440a ikke overlapper med et signalinnhold fra kildeeenheten 440b. Av denne grunnen kan de registrerte seismiske bølgene for det høyfrekvente spektrum (etter refleksjon fra jordformasjonen) bli gjenvunnet og separert under prosesseringen, for eksempel, ved å anvende signaturdekonvolving eller kryss-korrelet med en pilot. Dette er
35 imidlertid ikke tilfellet nå for det lavfrekvente spektrumet, da disse individuelle kildeelementene blir drevet av koherent drivsignaler.

Dette spesifikke arrangementet for de lavfrekvente og høyfrekvente individuelle kildeelementene er laget fordi det høyfrekvente spektrum er ønsket for nøyaktig å bestemme relative posisjoner til de ulike lagene og/eller grensesnittene i grunnformasjonen, mens det lavfrekvente spektrumet ikke har noen påvirkning på klarheten til disse trekkene, men fremskaffer den generelle bakgrunnstrenden. Den maksimale bin-størrelsen for å forhindre aliasingen på frekvensen og de høyfrekvente kildene trenger å bli holdt separert av denne grunn.

Ved å drive kildeenhetene 440a og 440b samtidig og inkoherent med kodede drivsignaler, blir energien som sendes ut fra de to kildeenhetene doblet (totalt energioutput + 3dB) i forhold til tilfellet der kildene anvender en flippflopp akkvisisjonsmetode. Ved å drive kildeenhetens 460 individuelle kildeelementer samtidig og koherent, firedobles energien som sendes ut av de lavfrekvente individuelle kildeelementene (total energioutput + 6dB) på bekostning av en større bin-størrelse, noe som er akseptabelt for de lave frekvensene, siden disse kan bli interpolert.

Som vist i figur 6 er det fremskaffet to høyfrekvente kildeenheter 440a og 440b og en lavfrekvent kildeenhet 460 under vann. Figur 6 viser også streamere 500 og hvordan seismiske bølger som sendes ut fra kildeenheten reflekteres fra grunnformasjonen. En bin-størrelse 400 for høyfrekvente kildeenheter 440a og 440b er liten (men har dobbelt energi) og en bin-størrelse 402 for den lavfrekvente kildeenheten 460 er større, (men har firdoblet energi). Data fra de lave frekvensene og de høyfrekvente registreringene kan deretter bli interpolert til felles punkter og fusjonert sammen.

Ifølge en annen eksemplifisert utførelsesform er det mulig å drive samtidig og koherent kildeenhetene 440a og 440b i tillegg til kildeenheten 460. I nok en ytterligere eksemplifisert utførelsesform illustrert i figur 7a og 7b, er det mulig å ha mer enn to kildeenheter 720a til 720d for de høyfrekvente individuelle kildeelementene og en singel kildeenhet 740 for de lavfrekvente individuelle kildeelementene. Ifølge en annen applikasjon kan antallet høyfrekvente individuelle kildeelementer være større enn fire. Videre er det mulig å ha en eller flere individuelle kildeelementer, anordnet mellom de høyfrekvente og de lavfrekvente kildeelementer. Med andre ord er fremgangsmåten anvendbar ikke bare med individuelle kildeelementer splittet som vist i figur 7b, men også for kildeenheter som har de individuelle kildeelementene anordnet på forskjellige dybder og som sender de ut de samme eller ulike frekvenser. Tilsvarende som for utførelsesformen vist i figurene 5a og 5b, kan kildeenhetene 720a til 720d anvende inkoherent akkvisisjonsmetode, mens kildeenheten 740 kan anvende koherent akkvisisjonsmetode.

De inkoherente og de koherente akkvisisjonsmetodene som er drøftet ovenfor kan bli implementert i en styringsmekanisme illustrert for eksempel i figur 11, noe som vil bli drøftet nedenfor. Styringsmekanismen 780 kan være anordnet ombord i fartøyet 710 som vist i figur 7, eller den kan være anordnet som et element 200 på det individuelle kildeelementet som vist i figur 3, eller den kan være fordelt på fartøyet og på kildeenhetene. Som en opsjon kan styringsmekanismen være konfigurert ikke bare for å aktivere de koherente eller de inkoherente akkvisisjonsmetodene, men også for å styre individuelle kildeelementer, for eksempel å styre aktiveringen av et elektro-magnetisk aktuatorsystem (140) tilknyttet et lavfrekvent individuelt kildelement for å generere en første seismisk bølge, og/eller for å aktivere en pneumatisk mekanisme 170 tilknyttet et lavfrekvent individuelt kildeelement for å generere en andre seismisk bølge.

En hvilken som helst av kildeenhetene drøftet ovenfor kan inkludere et flertall kildeelementer. I denne sammenheng viser figur 8a et lineært arrangement 800 som inkluderer et flertall individuelle kildeelementer 820 og figur 8b viser et sirkulært arrangement 900 som inkluderer et flertall individuelle kildeelementer 920. Andre arrangementer er også mulig. De individuelle kildeelementene 820 og/eller 920 kan være kildeelementet 10 vist i figur 3. Andre typer individuelle kildeelementer kan bli anvendt. Kildeenhetene 800 og 900 kan tilsvare et hvilken som helst kildeenhet 320a, 320b, 440a, 440b og 460.

Akkvisisjonsmetodene som er drøftet hittil kan bli implementert ved hjelp av de følgende fremgangsmåter. Ifølge en eksemplifisert utførelsesform illustrert i figur 9, er det en inkoherente akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann. Fremgangsmåten inkluderer et trinn 900 med å slepe en første kildeenhet 320a og en andre kildeenhet 320b under vann ved hjelp av et fartøy 310, der den første kildeenheten 320a inkluderer første individuelle kildeelementer 360a og andre kildeenhet 320b som inkluderer første individuelle kildeelementer 360b; og et trinn 902 for å aktivere samtidig den første kildeenheten 320a og den andre kildeenheten 320b, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver den første og den andre kildeenheten.

Ifølge en annen eksemplifisert utførelsesform illustrert i figur 10, er det en koherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann. Fremgangsmåten inkluderer et trinn 1000 med å slepe ved hjelp av et fartøy 410 høyfrekvente første og andre kildeenheter 440a og 440b og en lavfrekvent kildeenhet 460, som inkluderer et flertall lavfrekvente individuelle kildeelementer; et trinn 1002 med å aktivere samtidig den høyfrekvente første kildeenhet 440a og den høyfrekvente andre kildeenhet 460b, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver de

høyfrekvente første og andre kildeenheter; og et trinn 1004 med å aktivere samtidig flertallet lavfrekvente individuelle kildeelementer til den lavfrekvente kildeenhet 460, slik at koherent kodede drivsignaler driver de lavfrekvente individuelle kildeelementer.

5 Et eksempel på et representativt styringssystem som er i stand til å utføre operasjonene ifølge de eksemplifiserte utførelsesformene diskutert ovenfor, er illustrert i figur 11. Hardware, firmware, software, eller en kombinasjon av disse, kan bli anvendt for å gjennomføre de forskjellige trinnene og operasjonene beskrevet her. Styringssystemet 1100 i figur 11 er en eksemplifisert regneenhet som kan bli
10 anvendt i forbindelse med et slikt system.

Det eksemplifiserte styringssystemet 1100, som er egnet for å gjennomføre aktivitetene beskrevet i de eksemplifiserte utførelsesformene, kan inkludere en server 1101. En slik server 1101 kan inkludere en sentral prosesseringsenhet (CPU) 1102 koplet til en direktelager (RAM - (random access memory) 1104 og til et lese-
15 lager (read-only minne ROM) 1106. ROM 1106 kan også være andre typer av lagringsmedia for å lagre programmer, slik som et programmerbart fastlager (programable ROM - PROM), slettbar programmerbart fastlager (erasable PROM - EPROM), og så videre. Prosessoren 1102 kan kommunisere med andre interne eller eksterne komponenter gjennom input/output (I/O)-kretser 1108 og bussing 1110, for
20 å fremskaffe styringssignaler og lignende. Prosessoren 1102 kan for eksempel kommunisere med sensorer, elektro-magnetisk aktuatorsystem og/eller trykkmekanismen. Prosessoren 1102 utfører at antall funksjoner som er kjent for fagmannen på området, som diktert av software-instruksjoner og/eller firmware-instruksjoner.

Serveren 1101 kan også inkludere en eller flere datalagringsinnretninger, inkludert drivenheter 1112 for harddisk eller en floppydisk, drivenhet 1114 for CD-ROM og annet hardware som er i stand til å lese og/eller lagre informasjon, slik som en DVD, og så videre. Ifølge en utførelsesform, kan software for å utføre de ovenfor drøftede trinnene bli lagret og distribuert på en CD-ROM 1116, diskett 1118 eller på
25 ande former for media som er i stand til bærbart å lagre informasjon. Disse lagringsmediene kan bli innført i og bli lest av innretninger, slik som drivenheten 1114 for CD-ROM, diskdriveren 1112, og så videre. Serveren 1101 kan være koplet til et display 1120 som kan være av en hvilken som helst type av skjermbilde- eller presentasjonsskjerm, slik som LCD-skjermer, plasmaskjermer, katodestrålingsrør (CRT), og så videre. Et brukerinputgrensesnitt 1122 er skaffet tilveie, inkludert en
30 eller flere brukergrensesnittmekanismer, slik som en mus, tastatur, mikrofon, touch pad, touch screen, stemmegjenkjenningssystem, og så videre.

Serveren 1101 kan være koplet til andre computerinnretninger, slik som utstyret på et fartøy, via et nettverk. Serveren kan være en del av en større nettverkskonfigurasjon som i et globalt områdenettverk (GAN), slik som Internet 1128, som tillater ultimat tilkopling to forskjellige landlinjer og/eller mobilklinter/

5 watcherinnretninger.

Som en fagmann på området også vil verdsette, kan de eksemplifiserte utførelsesformene være utformet i en trådløs kommunikasjonsinnretning, et telekommunikasjonsnettverk, som en metode eller i et regnemaskinprogramprodukt. De eksemplifiserte utførelsesformene kan følgelig ta form som en fullstendig

10 hardwareutførelsesform eller en utførelsesform som kombinerer hardware- og softwareaspekter. De eksemplifiserte utførelsesformene kan videre ta form som et computerprogram lagret i et computerlesbar lagringsmedium som har computerlesbare instruksjoner innebygd i mediet. Et hvilket som helst egnet computerlesbart medium kan bli anvendt, inkludert harddisker, CD-ROM, digitalt versatile disk

15 (DVD), optiske lagringsinnretninger eller magnetiske lagringsinnretninger, slik som en floppydisk eller et magnetbånd. Andre ikke-begrensede eksempler på computerlesbare media inkluderer flash-type minner eller andre kjente typer minner.

De viste og beskrevne eksemplifiserte utførelsesformene fremskaffer en kilde-enhet, computersoftware og en fremgangsmåte for å generere akkvisisjonsopplegg

20 for undervanns vibrerende kilder. Det skal anføres at denne beskrivelsen ikke er ment å begrense oppfinnelsen. Tvert om er de eksemplifiserte utførelsesformene ment å dekke alternativer, modifikasjoner og ekvivalenter som er inkludert i oppfinnelsens ånd og omfang, slik som definert i de medfølgende patentkrav. I den detaljerte beskrivelsen av de eksemplifiserte utførelsesformene, er et stort antall

25 spesifikke detaljer omtalt for å fremskaffe en omfattende forståelse av oppfinnelsen som kreves beskyttet. En fagmann på området vil imidlertid forstå at utallige utførelsesformer kan bli praktisert uten slike spesifikke detaljer.

Selv om trekkene og elementene ved de foreliggende eksemplifiserte utførelsesformer er beskrevet i utførelsesformene i spesifikke kombinasjoner, kan

30 hvert trekk eller element bli anvendt alene uten at andre trekk og elementer av utførelsesformene, eller i forskjellige kombinasjoner med eller uten andre trekk eller elementer vist her.

Den skriftlige beskrivelsen bruker eksempler av søknadsgjenstanden beskrevet for å gjøre det mulig for fagmannen å utføre disse, inkludert å lage og

35 bruke en hvilken som helst innretning eller system og gjennomføre hvilke som helst inkorporerte fremgangsmåter. Det patenterbare omfanget av søknadsgjenstanden er definert av kravene og kan inkludere andre eksempler som fremtre som åpenbare

for fagmannen på området. Slike andre eksempler er ment å ligge innenfor kravenes omfang.

Patentkrav

1. En inkoherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter
5 under vann, der fremgangsmåten omfatter:
 å slepe ved hjelp av et fartøy, en første kildeenhet og en andre kildeenhet
under vann, der den første kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle
kildeelementer og en andre kildeenhet som inkluderer et flertall første individuelle
kildeelementer; og
10 å aktivere samtidig den første kildeenheten og den andre kildeenheten, slik at
inkoherent kodede drivsignaler driver den første og den andre kildeenheten.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, der de inkoherent kodede drivsignalene til den
15 første og den andre kildeenheten inkluderer multiple frekvenser.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, der flertallet første individuelle kildeelementer
og flertallet første kildeelementer er konfigurert for å sende ut en frekvens lavere enn
rundt 32 Hz og den første kildeenheten og den andre kildeenheten inkluderer flertall
andre individuelle kildeelementer som er konfigurert for å sende ut en frekvens
20 høyere enn rundt 32 Hz.
4. En styringsmekanisme som er konfigurert for å implementere en inkoherent
akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann, der
styringsmekanismen omfatter:
25 en prosessor som er konfigurert for å aktivere samtidig en første kildeenhet og
en andre kildeenhet, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver den første og den
andre kildeenheten,
 der den første kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeele-
menter og den andre kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle
30 kildeelementer.
5. Styringsmekanisme ifølge krav 4, der de inkoherent kodede drivsignalene til
den første og den andre kildeenhet inkluderer multiple frekvenser.
- 35 6. Styringsmekanisme ifølge krav 4, der flertallet første individuelle
kildeelementer og flertallet første individuelle kildeelementer er konfigurert for å
sende ut en frekvens lavere enn om lag 32 Hz og den første kildeenheten og den

andre kildeenheten inkluderer flertall andre individuelle kildeelementer som er konfigurert for å sende ut en frekvens høyere enn om lag 32 Hz.

7. Computerlesbart medium som inkluderer computerutførbare instruksjoner, der instruksjonene, når disse blir utført, implementerer en fremgangsmåte for inkoherent driving av vibrerende kildeenheter under vann, der fremgangsmåten omfatter:

å slepe med et fartøy en første kildeenhet og en andre kildeenhet under vann, der den første kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeelementer og den andre kildeenheten inkluderer et flertall første individuelle kildeelementer; og

å aktivere samtidig den første kildeenheten og den andre kildeenheten, slik at de inkoherent kodede drivsignaler driver den første og den andre drivenheten.

8. En koherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann, der fremgangsmåten omfatter:

å slepe med et fartøy høyfrekvente første og andre kildeenheter og en lavfrekvent kildeenhet under vann, der de høyfrekvente første og andre kildeenheter inkluderer et flertall høyfrekvente individuelle kildeelementer og den lavfrekvente kildeenhet inkluderer et flertall lavfrekvente individuelle kildeelementer;

å aktivere samtidig den høyfrekvente første kildeenhet og den høyfrekvente andre kildeenhet, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver de høyfrekvente første og andre kildeenheter; og

å aktivere samtidig flertallet lavfrekvente individuelle kildeelementer til den lavfrekvente kildeenhet, slik at koherent kodede drivsignaler driver de lavfrekvente individuelle kildeelementene.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, der de inkoherent kodede drivsignaler til de høyfrekvente første og andre kildeelementer fastlegger at et signal som sendes ut av den høyfrekvente første kildeenheten ikke er korrelert til et signal som er sendt ut av den høyfrekvente andre kildeenhet, mens signaler som sendes ut av den lavfrekvente kildeenhet er korrelert.

10. En styringsmekanisme som er konfigurert for å implementer en koherent akkvisisjonsfremgangsmåte for å drive vibrerende kildeenheter under vann, der styringsmekanismen omfatter:

en prosessor som er konfigurert for:

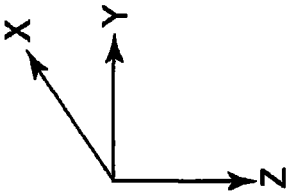
å aktivere samtidig en høyfrekvent første kildeenhet og en høyfrekvent andre kildeenhet, slik at inkoherent kodede drivsignaler driver de høyfrekvente første og andre kildeenheter; og

- 5 å aktivere samtidig flertall av lavfrekvente individuelle kildeelementer i en lavfrekvent kildeenhet, slik at koherent kodede drivsignaler driver de lavfrekvente individuelle kildeelementene,

der de første og andre kildeenheter inkluderer flertall høyfrekvente individuelle kildeelementer.

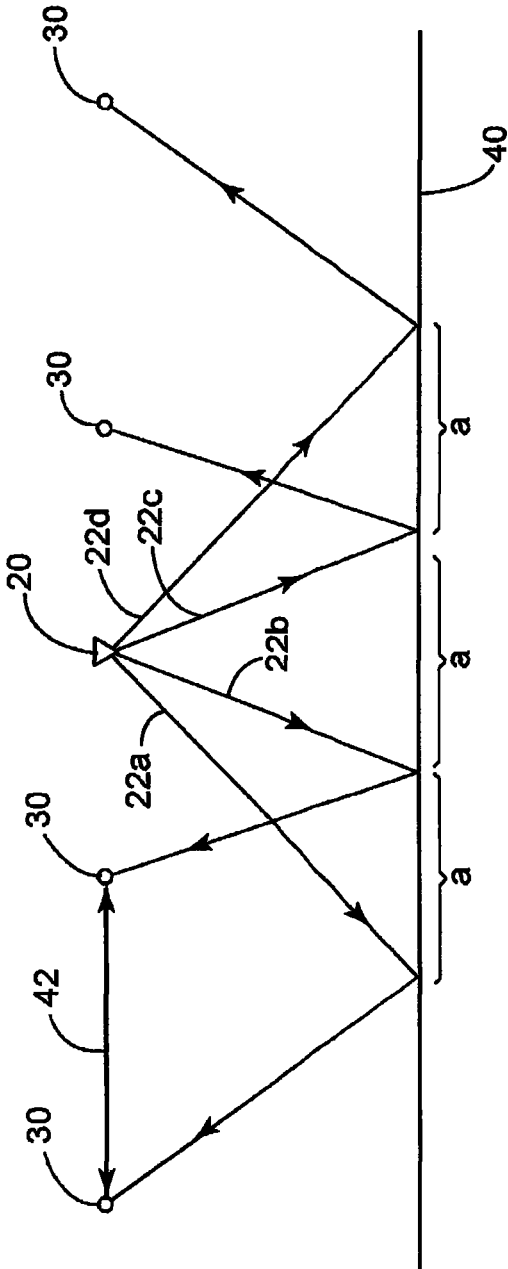
10

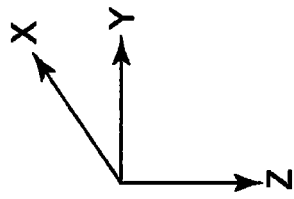
15



Figur 1
(Bakgrunnsteknikk)

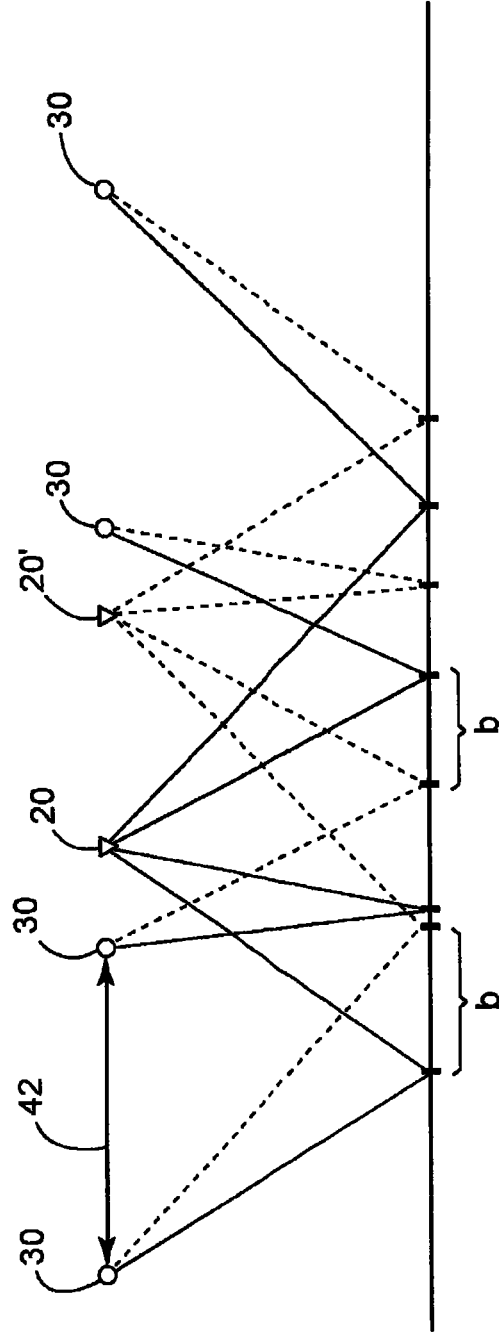
10





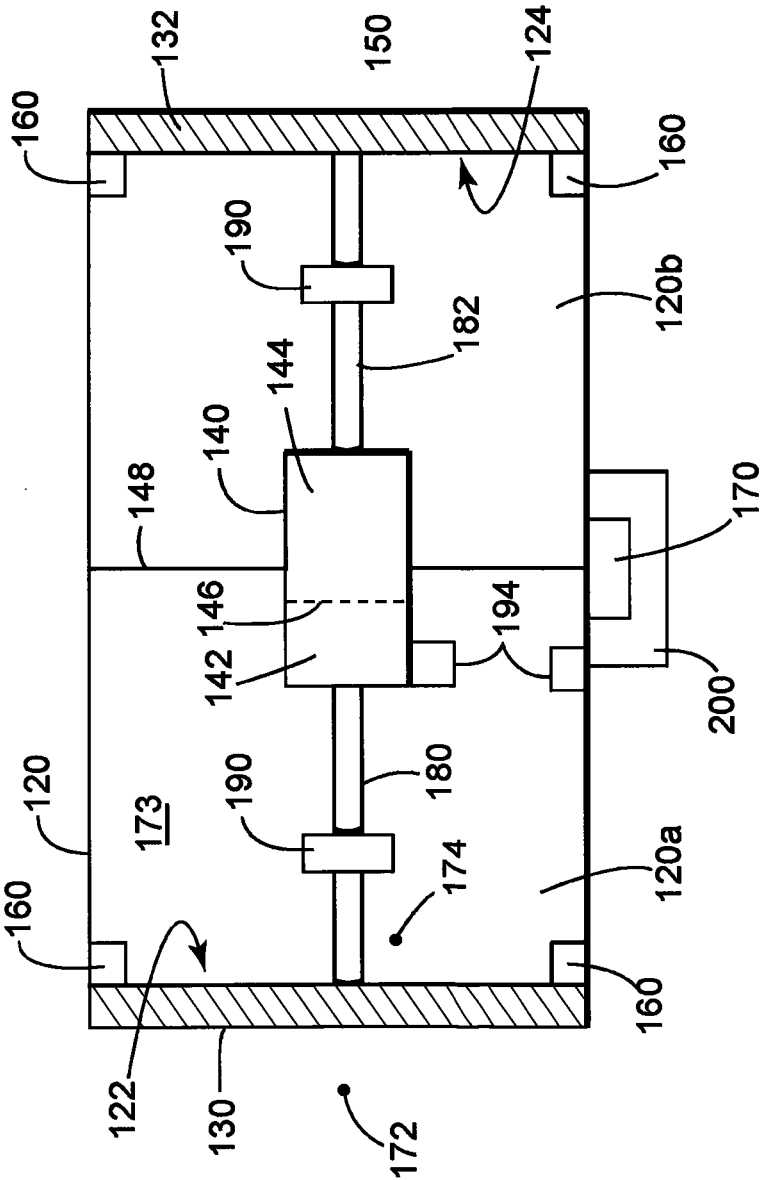
Figur 2
(Bakgrunnsteknikk)

50



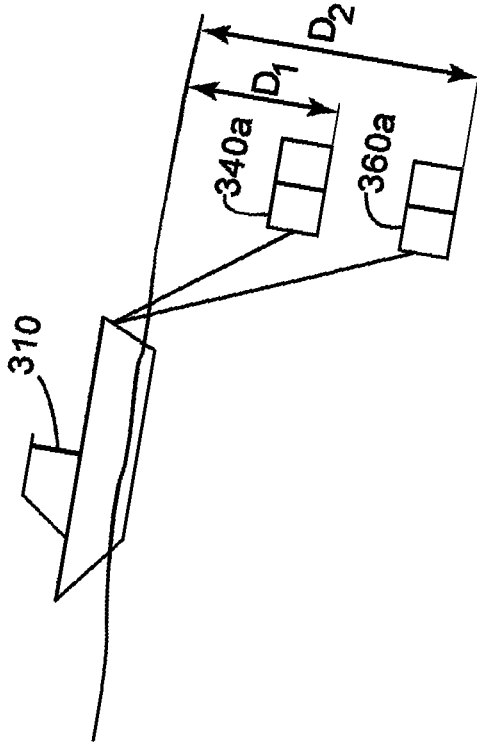
Figur 3

100



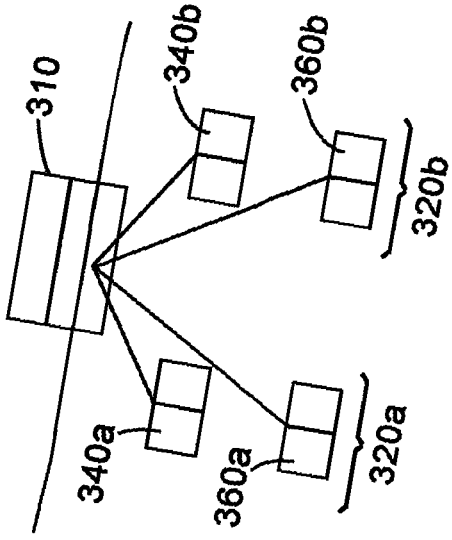
Figur 4A

300

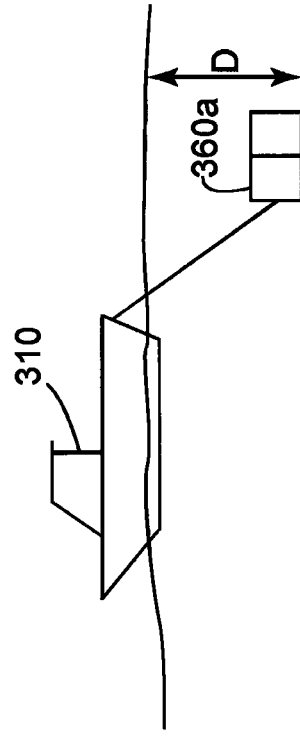


Figur 4B

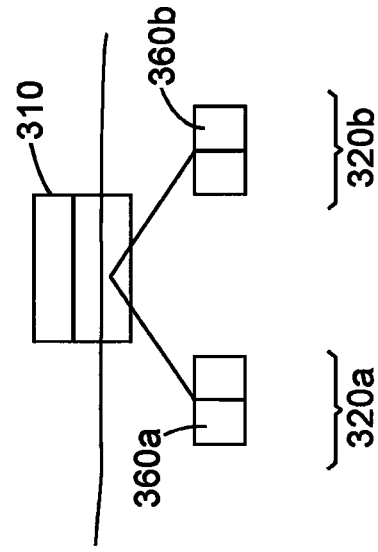
300



Figur 4C 300

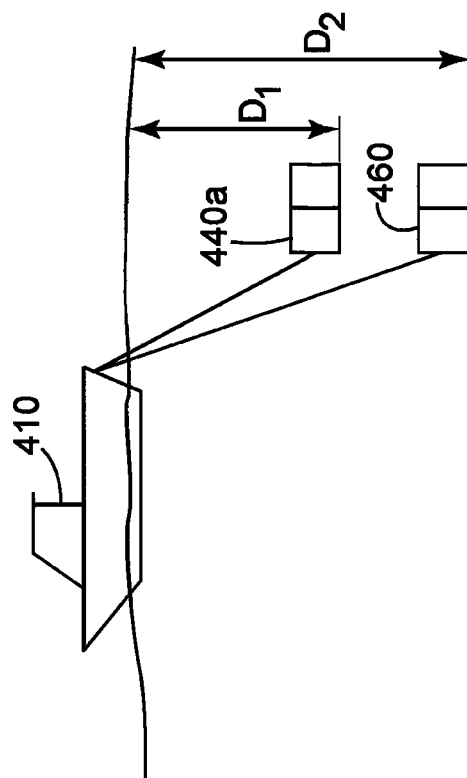


Figur 4D 300



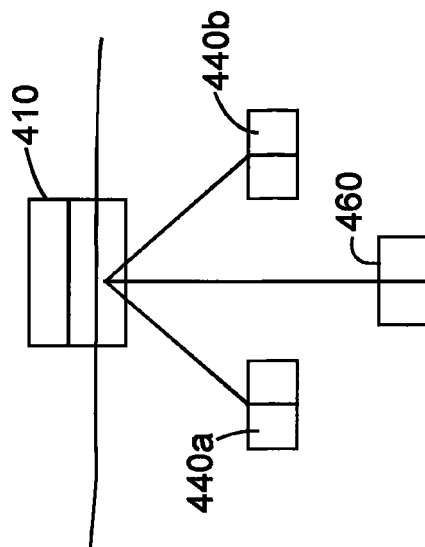
Figur 5A

400

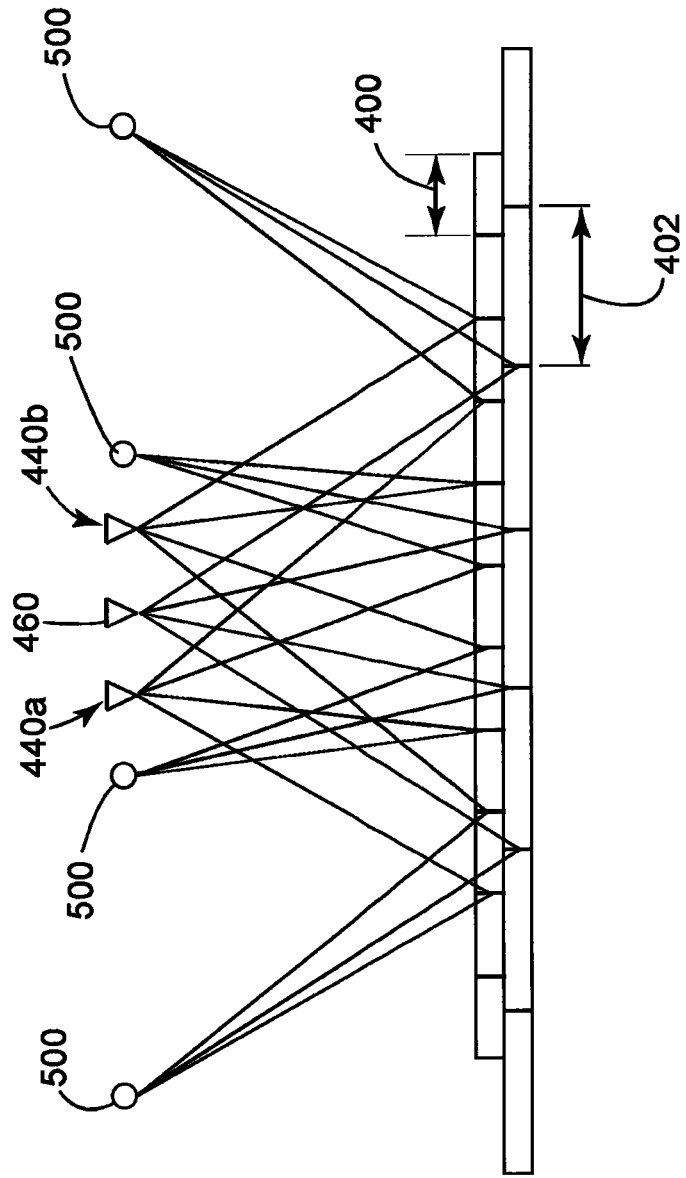


Figur 5B

400

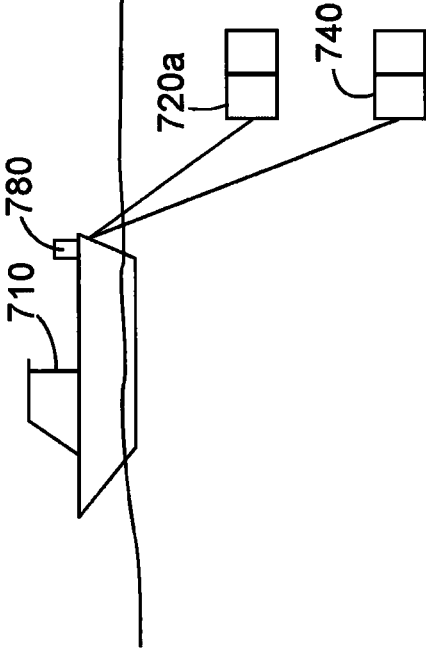


Figur 6



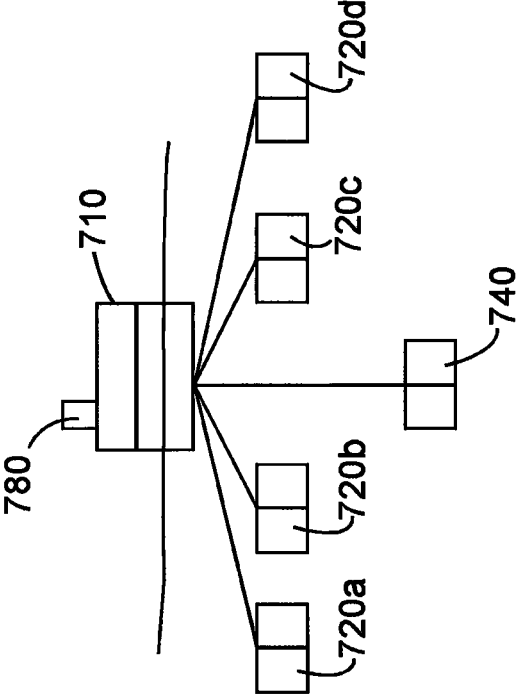
Figur 7A

700



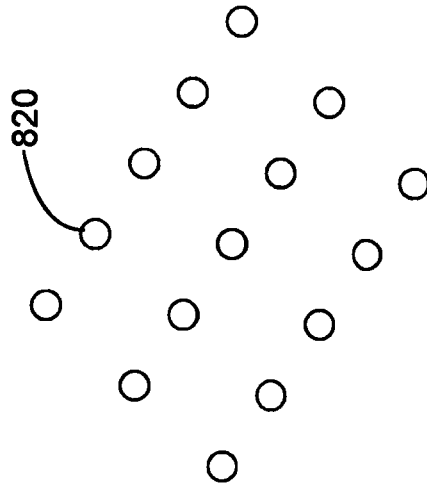
Figur 7B

700



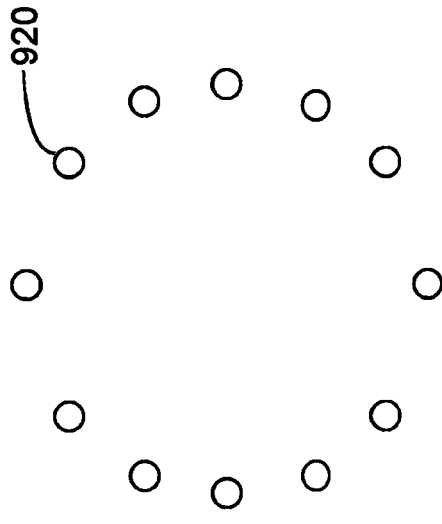
Figur 8A

800

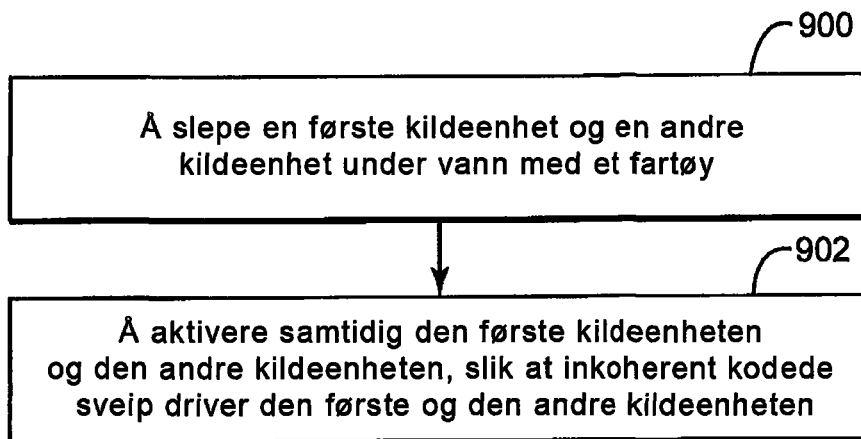


Figur 8B

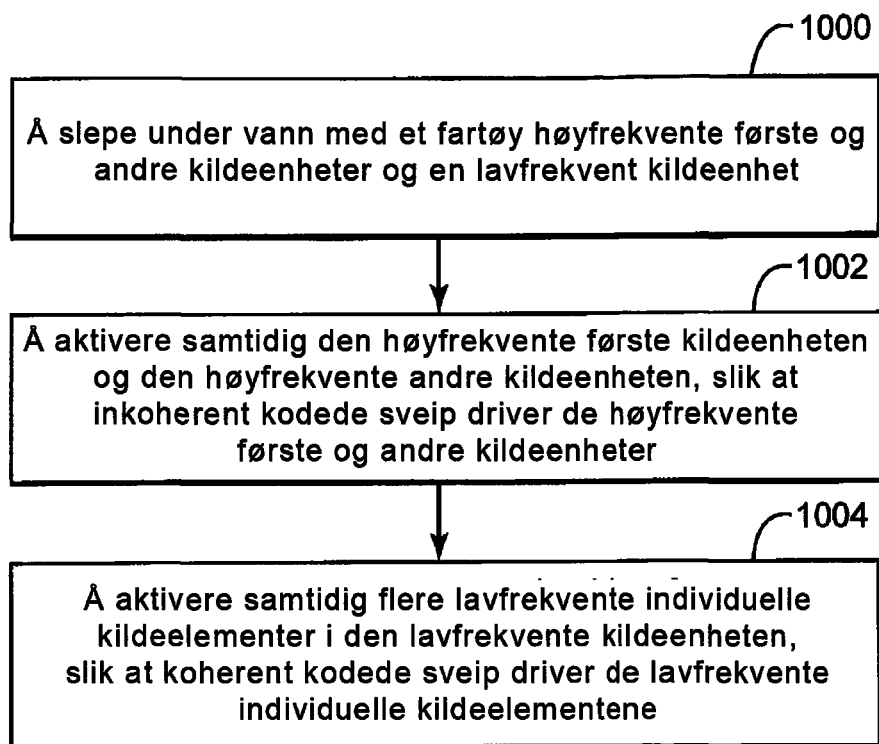
900



Figur 9



Figur 10



Figur 11

1100

