



(12) PATENT

(19) NO

(11) 337184

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 1/22 (2006.01)

G01V 1/38 (2006.01)

H01Q 3/06 (2006.01)

Patentstyret

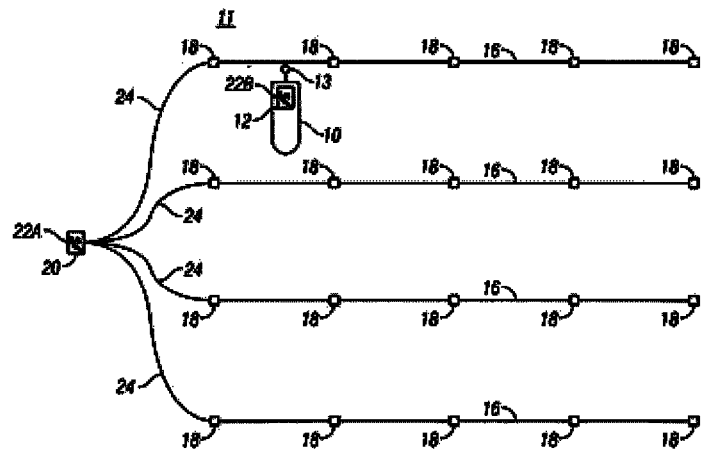
(21)	Søknadsnr	20063665	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2006.08.14	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2006.08.14	(30)	Prioritet	2005.10.20, US, 11/254,653
(41)	Alm.tilgj	2007.04.23			
(45)	Meddelt	2016.02.01			
(73)	Innehaver	PGS Geophysical AS, Postboks 290, 1326 LYSAKER, Norge			
(72)	Oppfinner	Kenneth Karlsen, Bentsebrugata 6, 0476 OSLO, Norge			
(74)	Fullmektig	Acapo AS, Postboks 1880 Nordnes, 5817 BERGEN, Norge			

(54) **Benevnelse** **Trådløs datainnsamling fra seismiske registreringsbøyer**

(56) **Anførte publikasjoner**
US 4958328 A
US 3181146 A
US 6512481 B1
US 5625885 A

(57) **Sammendrag**

Telemetrisystem for seismisk dataakkvisisjon omfattende et seismisk fartøy inklusive et dataregistreringssystem på dette. Systemet omfatter en seismisk datainnsamlingsenhet i operativ forbindelse med i det minste en seismisk sensor. Systemet omfatter en første antenne som er anordnet på det seismiske fartøyet, og en andre antenne som er anordnet på datainnsamlingsenheten, der i det minste en av nevnte første og andre antenne er retningsbestemt. Systemet omfatter anordninger for orientering av en følsom retning av den retningsfølsomme antennen mot den andre av nevnte første og andre antenne.



BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

Oppfinnelsens område

Oppfinnelsen vedrører generelt området marinseismisk kartlegging. Mer spesifikt vedrører oppfinnelsen et
5 telemetrisystem for seismiske data.

Teknikkens stand

Marinseismiske dataakkvisisjonssystemer som er kjent innen fagområdet, omfatter registreringsbøyer som er ankret fast i
10 havbunnen. En typisk registreringsbøye omfatter datalagrings-
utstyr som er kjent innen fagområdet, for å lagre seismiske data. Slikt datalagringsutstyr kan omfatte lagringsanordninger slik som magnetbåndstasjoner, magnetiske harddisker, direktelager i halvlederteknologi ("Random Access Memory") og
15 liknende. De seismiske dataene samles inn fra forskjellige seismiske sensorer. I seismiske dataakkvisisjonssystemer som bruker registreringsbøyer, er de seismiske sensorene typisk anordnet i en eller flere kabler som er plassert på havbunnen, der en slik kabel er kjent som en "havbunnskabel". Sensorene i
20 kabelen genererer elektriske og/eller optiske signaler som svarer til den spesielle parameteren som måles, der parameteren som måles er trykk, tidsgradienten av trykk og/eller en parameter relatert til partikkelbevegelse slik som hastighet eller akselerasjon. Elektriske og/eller optiske
25 ledere i kabelen overfører signalene som er generert av de seismiske sensorene til datalagringsutstyret i registreringsbøyen.

Datalagringsutstyret i registreringsbøyen kan forespørres av
30 et seismisk databehandlings- eller registreringssystem som er anordnet på et seismisk fartøy eller et annet sted. Forespørselen kan utføres ved å forbinde en dataoverføringskabel

mellom det seismiske databehandlings- og registreringssystemet på det seismiske fartøyet, og lagringsutstyret i registreringsbøyen, eller, fortrinnsvis, kan forespørselen utføres ved trådløs telemetri.

5

Under en typisk seismisk kartlegging ved bruk av havbunns-
kabler og registreringsbøyer, utplasseres et flertall av
havbunnskabler langs havbunnen i et valgt mønster, og det
seismiske fartøyet beveger seg på vannoverflaten i et
10 forutbestemt mønster nær posisjonene til havbunnskablene. Det
seismiske fartøyet, eller et annet fartøy, sleper en eller
flere seismiske energikilder. De seismiske energikildene
aktiveres på valgte tidspunkter, og signalene som genereres av
sensorene i havbunnskablene som respons på at det detekteres
15 seismisk energi, overføres til lagringsutstyret i
registreringsbøyen. I kartleggingsteknikker som er kjent innen
fagfeltet, får man tilgang til data som er lagret i
registreringsbøyene ved å forespørre datalagringsutstyret,
enten etter å ha fullført akkvisisjonen, eller mellom deler av
20 akkvisisjonen. For å etablere trådløs telemetri, beveges det
seismiske fartøyet i ethvert tilfelle til et sted der trådløs
kommunikasjon kan etableres mellom registreringsbøyen og det
seismiske fartøyet, og fartøyet forblir i hovedsak på dette
stedet under forspørringen av lagringsenheten.

25

Det er ønskelig å være i stand til å overføre seismiske data
fra registreringsbøyen til det seismiske fartøyet ved bruk av
sjøbunnskabler mens det seismiske fartøyet beveger seg under
en kartlegging. Evnen til å overføre data mens det seismiske
30 fartøyet beveger seg, ville muliggjøre blant annet hurtigere
kvalitetsvurdering av de seismiske dataene. Kvalitetskontroll
av dataene under akkvisisjon kunne for eksempel bevirke at det
seismiske fartøyet er i stand til å returnere umiddelbart til

en hvilken som helst del av det forhåndsbestemte mønsteret for på nytt å samle inn de seismiske dataene, i tilfellet av at noen av dataene i en slik andel er av dårlig kvalitet. En slik evne kan gi kostnadsbesparelser ved å redusere operasjonstiden
5 for det seismiske fartøyet.

Trådløse telemetrianordninger kjent innen fagområdet for overføring av data mellom to i hovedsak faste posisjoner, presenteres for eksempel i U.S. Patent Nr. 4.663,744 gitt til
10 Russell et al. Russell et al '744-patentet presenterer et sanntids seismisk telemetrisystem som omfatter en sentral kommandostasjon for kommunikasjon med et flertall av fjerntliggende dataakkvisisjonsenheter, slik som for eksempel registreringsbøyer. Den sentral kommandostasjonen har en
15 kommandoenhet for å styre operasjonen av en sender for å gi instruksjoner til dataakkvisisjonsenhetene. Dataakkvisisjonsenhetene mottar instruksjonene på en mottaker og behandler instruksjonene i en logisk styringskrets. Seismiske data detekteres av en eller flere sensorer og omformes til digitale
20 data som overføres via en sender som er avstemt til en diskret kanal for hver dataakkvisisjonsenhet. Kommandostasjonen har en pulskodemodulert (PCM) mottaker som er avstemt til hver av kanalene for demodulasjon av datastrømmen fra denne. En
25 digital mottaker er tilveiebrakt i kommandoenheten for synkronisering og behandling av dataene. Den digitale mottakeren synkroniserer både med bitraten og med begynnelsen og slutten på det digitale ordet, slik at data innbefattet i det digitale ordet kan multiplekseres på en databuss. Databussen styres av en ekstern lagring/styring av lagring av dataene fra
30 alle de digitale mottakerne for alle de diskrete kanalene.

Direkte tilpasning av slike trådløse seismiske telemetrisystemer som er kjent innen fagområdet for å overføre

seismiske data (eller mellom to fartøyer i bevegelse), har vist seg vanskelig fordi seismiske telemetrisystemer som er kjent innen fagområdet angående overføring av data mellom faste lokasjoner, typisk bruker retningsfølsomme antenner.

5 Retningsfølsomme antenner har et stort magnetisk dipolmoment i hovedsak langs en retning, og gir relativt høy signalforsterkning langs denne retningen, men gir i hovedsak ingen signalfølsomhet langs noen annen retning. Derved er det ugjennomførlig å bruke retningsfølsomme antenner i fast
10 posisjon for å sende signaler mellom to anordninger som beveger seg i forhold til hverandre. Rundstrålende antenner gir i hovedsak uniform signalforsterkning i enhver retning fra antennen, men forsterkningen er relativt liten, og for telemetri med høy datarate, slik som vil bli brukt ved
15 flerkanals seismisk dataakkvisisjon, vil lav signalforsterkning kreve en telemetrisender med relativt høy effekt. På grunn av at typiske registreringsbøyer har batterier som strømkilde, er det ønskelig å holde effektforbruket til telemetrisystemet så lite som praktisk mulig. Derfor vil
20 utsendt effekt fra telemetrisenderen i en typisk registreringsbøye, være begrenset. Følgelig er det behov for et seismisk telemetrisystem som muliggjør signalkommunikasjon mellom en registreringsbøye og et seismisk fartøy som beveger seg, som ikke krever en sender med høyeffekt.

25

Oppsummering av oppfinnelsen

Ett aspekt ved oppfinnelsen er et seismisk datatelemetrisystem. Systemet omfatter et seismisk fartøy, en seismisk datainnsamlingsenhet som er operativt koplet til
30 minst en seismisk sensor, minst én av en telemetrisender for seismiske data og en telemetrimottaker anordnet på datainnsamlingsenheten, minst én av en telemetrimottaker for seismisk data og en telemetrisender anordnet på det seismiske

fartøyet. Telemetrisystemet omfatter også minst én retningsfølsom antenne som er anordnet på én av det seismiske fartøyet og datainnsamlingsenheten, der antennen er operativt koplet til minst én av telemetrisenderen og telemetrimottakeren, anordninger for å bestemme en geodetisk posisjon til fartøyet assosiert med fartøyet, anordninger for å bestemme en geodetisk posisjon til datainnsamlingsenheten assosiert med datainnsamlingsenheten, en telemetritransceiver for geodetisk posisjon og rundstrålende antenne assosiert med hver av fartøyet og datainnsamlingsenheten, anordninger for å bestemme en geodetisk retning mellom fartøyet og datainnsamlingsenheten som respons på posisjonsdata sendt ved bruk av telemetritransceiveren for geodetiske posisjon, og anordninger for å orientere og opprettholde en orientering av en følsom retning av den retningsfølsomme antennen mot en tilsvarende antenne på den andre av datainnsamlingsenheten og det seismiske fartøyet, der den tilsvarende antennen er operativt koplet til den minst ene av telemetrimottakeren og senderen der anordningene for å orientere er operative som respons på anordningene for å bestemme geodetisk retning.

Det beskrives en fremgangsmåte for å opprettholde telemetri mellom en seismisk datainnsamlingsenhet og et seismisk fartøy. En slik fremgangsmåte omfatter føling av en retning mellom det seismiske fartøyet og datainnsamlingsenheten, og orientering av en retningsfølsom antenne i hovedsak langs denne retningen.

Videre beskrives det en fremgangsmåte for gjennomføring av en marinseismisk dataakkvisisjonskartlegging. En slik fremgangsmåte omfatter utplassering av minst en havbunnskabel på en bunn av en vannmasse. Havbunnskabelen har et flertall seismiske sensorer anordnet med mellomrom på seg. En seismisk energikilde slepes fra et seismisk fartøy nær overflaten av

vannmassen, og de detekterte signalene sendes til en data-innsamlingsenhet. En retning mellom det seismiske fartøyet og datainnsamlingsenheten bestemmes. En retningsfølsom antenne orienteres i hovedsak langs denne retningen, og de sendte
5 signalene telemetreres fra innsamlingsenheten til det seismiske fartøyet gjennom antennen.

Andre aspekter og fordeler ved oppfinnelsen vil bli opplagte ut fra den påfølgende beskrivelsen og de vedheftede kravene.
10

Kortfattet beskrivelse av tegninger

Figur 1 viser et seismisk akkvisisjonssystem som omfatter en utførelse av en telemetrolink med retningsbestemt antenne.

15 Figur 2 viser en utførelse av en telemetrimodul med retningsbestemt antenne.

Figur 2A viser et sideriss av modulen som er vist i Figur 2.

20 Figur 3 viser en annen utførelse av en telemetrimodul med retningsbestemt antenne.

Figur 4 viser en annen utførelse av en telemetrimodul med retningsbestemt antenne.

25

Detaljert beskrivelse

Et seismisk dataakkvisisjonssystem som kan brukes sammen med forskjellige utførelser av et telemetrisystem i følge oppfinnelsen, vises skjematisk i planriss i Figur 1. Et
30 seismisk fartøy 10 omfatter typisk navigasjonsutstyr, dataakkvisisjons- og registreringsutstyr og seismisk kildestyringsutstyr, vist kollektivt som et "registreringssystem" 12. Det seismiske fartøyet 10 kan slepe en eller flere seismiske

energikilder 13, slik som en luftkanon eller en oppstilling av luftkanoner. Alternativt kan et annet fartøy slepe den ene eller de flere seismiske energikildene. Det seismiske fartøyet 10 beveger seg i et forutbestemt mønster på overflaten av vannmassen 11, som kan være for eksempel en innsjø eller 5 havet. På utvalgte tidspunkter aktiverer styringsutstyret for seismisk kilde i registreringssystemet 12, kilden 13. Seismisk energi fra kilden 13 beveger seg nedover fra kilden 13 gjennom jordformasjonene under bunnen av vannet 11, hvorved den kan 10 bli reflektert av akustiske impedansgrenseflater (ikke vist) under overflaten. Reflektert seismisk energi beveger seg oppover der den kan detekteres av seismiske sensorer 18 som er anordnet på bunnen av vannet.

15 I den foreliggende utførelsen kan de seismiske sensorene 18 være anordnet langs kablene 16 som er plassert på bunnen av vannet i et valgt mønster. Sensorene 18 er typisk hydrofoner og geofoner som omfattes av en typisk konfigurasjon i en kabel som er kjent innen fagområdet som en "havbunnskabel", selv om 20 typen av sensor og typen av kabel ikke utgjør begrensninger av omfanget av oppfinnelsen. Sensorene 18 genererer elektrisk og/eller optiske signaler som tilsvarer parametrene som måles. De målte parametrene er typisk trykk og tidsgradienten til trykk, og en parameter relatert til partikkelbevegelse, slik 25 som for eksempel hastighet eller akselerasjon. Havbunnskablene 16 kan omfatte elektriske og/eller optiske ledere (ikke vist separat) for å overføre de elektriske og/eller optiske signalene til en datainnsamlingsenhet slik som en registreringsbøye 20. Lederne kan også overføre elektrisk 30 effekt til forskjellige signalforsterknings- og behandlingskretser (ikke vist i figurene) slik som forforsterkere og digitaliseringsenheter, plassert langs kablene 16.

Registreringsbøyen 20 kan omfatte signaltilpasnings- og registreringsutstyr (ikke vist separat i Figur 1) av typer som er velkjente innen fagområdet for forsterkning (og/eller digitalisering) og registrering av signalene fra de forskjellige sensorene 18. Typisk vil kablene 16 være elektrisk koplet til registreringsbøyen 20 ved hjelp av innføringslinjer 24. Selv om utførelsen som er vist i Figur 1 omfatter fire kabler 16, som hver har en respektiv innføringslinje 24, som alle til slutt er koplet til registreringsbøyen 20, skal det forstås at antallet av slike kabler, innføringslinjer og registreringsbøyer, ikke utgjør en begrensning av omfanget av oppfinnelsen. Andre konfigurasjoner av et akkvisisjonssystem kan omfatte flere eller færre kabler, innføringslinjer og registreringsbøyer.

I den foreliggende utførelsen kan registreringsbøyen 20 og registreringssystemet 12 hver omfatte en retningsbestemt antennemodul, 22A og 22B, respektive. De retningsbestemte antennemodulene 22A, 22B, omfatter hver en retningsbestemt antenne 30 (se Figurene 2, 2A og 3) som gir i hovedsak signalforsterkning langs en følsom hovedretning. De retningsbestemte antennemodulene 22A, 22B kan overføre elektromagnetiske signaler seg i mellom som representerer for eksempel systemkommandoer som er sendt fra registreringssystemet 12 til registreringsbøyen 20 og/eller seismiske data sendt fra registreringsbøyen 20 til registreringssystemet 12. Hver retningsbestemt antennemodul 22A, 22B kan omfatte egnede telemetrisender- og mottakerkretser, slik det vil bli forklart i mer detalj nedenfor med referanse til Figur 2, for å bevirke den påkrevde kommunikasjonen mellom registreringssystemet 12 og registreringsbøyen 20.

Mens det seismiske fartøyet 10 beveger seg langs overflaten av vannet 11, opprettholdes orienteringen av den følsomme retningen til antennen 30 i hver retningsbestemt antennemodul 22A, 22B, mot den tilsvarende antennen i den andre av modulene 5 22A, 22B, for å opprettholde telemetrisignalkommunikasjon. Generelt styrer en antennemodul orienteringen av den følsomme retningen til hver antenne mot den tilsvarende telemetriantennen. Forskjellige utførelser av apparat for å styre orienteringen til den følsomme retningen, vil bli videre 10 forklart nedenfor med referanse til Figurene 2, 2A, 3 og 4. I andre utførelser av et seismisk dataakkvisisjonssystem kan en antenne som har en retningsbestemt følsomhet, brukes på kun ett av det seismiske fartøyet 10 og registreringsbøyen 20. I slike utførelser kan den tilsvarende telemetrisignalantennen 15 som er plassert på den andre av registreringsbøyen eller det seismiske fartøyet, være en rundstrålende antenne. Enda en annen utførelse av et seismisk dataakkvisisjonssystem kan omfatte et flertall av retningsbestemte antennemoduler på det seismiske fartøyet, der hver modul er tilpasset for å 20 opprettholde signaltelemetri med en tilsvarende registreringsbøye.

En utførelse av en retningsfølsom ("direksjonal") antennemodul og dennes styringssystem for antenneorientering, som er egnet 25 for bruk som modul 22A eller 22B, er vist i Figur 2 ved 22. Som forklart ovenfor med referanse til Figur 1, kan en slik modul og inkludert styringssystem for antenneorientering inkluderes på ett eller begge de seismiske fartøyene og registreringsbøyen, og mer enn en slik modul kan inkluderes på 30 det seismiske fartøyet. Derved kan den følgende beskrivelsen gjelde hver av to eller flere i hovedsak liknende anordninger som er festet til en eller begge av registreringsbøyene og det seismiske fartøyet. Den retningsbestemte antennen 30 i

utførelsen i Figur 2, kan være en kombinert parabolisk reflektor 32 og en forsterker/bølgeleder 34 med liknende konfigurasjon som velkjente parabolantenne for mottak av satellitt-TV. Den følsomme retningen (maksimalt dipolmoment) til den retningsbestemte antennen, er generelt vinkelrett 5 utover fra senteret av reflektoren 32. I den foreliggende utførelsen kan reflektoren 32 og forsterker/bølgeleder 34 festes til en dreibar festeanordning 39 (forklart i større grad av detalj nedenfor med referanse til Figur 2A), der 10 festeanordningen 39 er festet til en egnet plattform 31 slik at den følsomme retningen av den retningsbestemte antennen generelt er horisontal, og reflektoren 32 og forsterker/bølgeleder 34 kan roteres gjennom en hel 360- 15 graders rotasjon. Rotasjon av reflektoren 32 og forsterker/bølgeleder 34 kan utføres ved å rotere et sylindrisk tannhjul 36 som er koplet til den dreibare festeanordningen 39. Det sylindriske tannhjulet 36 kan drives av et snekkedrev 38A som selv kan være drevet direkte av en elektrisk motor 38. Andre 20 rotasjonsapparater er kjent innen fagområdet, og omfatter for eksempel kronhjul som er koplet til sylindriske tannhjul, planetgir og direkte kopling av den dreibare festeanordningen til en motor. Den foreliggende utførelsen som bruk det sylindriske tannhjulet 36 og snekkedrevet 38A mellom 25 festeanordningen 39 og motoren 38, kan gi fordelene ved relativt presis styring av retningen til den retningsbestemte antennen selv ved bruk av en billig, vanlig elektrisk motor, og kan gi en høy grad av motstandsdyktighet mot å ha orienteringen til den retningsbestemte antennen som beveges av vindens virkning, og vannets (11 i Figur 1) bevegelse som kan 30 bevirke at det seismiske fartøyet eller registreringsbøyen kan stampe (heve og senke seg).

Figur 2A viser modulen 22 i sideriss for å gi flere detaljer

av den dreibare festeanordningen 39 for den retningsbestemte antennen 30. Reflektoren 32 og forsterker/bølgelederen 34 vises montert på en bærestang 41. Fortrinnsvis opptrer bærestangen 41 i tillegg til å muliggjøre antennerotasjon, som
5 bølgeleder for å opprettholde signalkontinuitet til transceiverkretser (vist ved 48 i Figur 2). Den bærende stangen 41 kan være lateralt understøttet i et radiallyt lager 43 som er festet til en plattform 31. Aksialkraft på den bærende stangen 41 kan virke på et aksiallager 45 som er feste
10 til en egnet ramme 47. Motoren 38/snekkedrevet 38A og det sylindriske tannhjulet 30 vises også i Figur 2A.

Igjen med referanse til Figur 2, kan forsterkeren/bølgelederen 34 være elektrisk koplet til en høyfrekvens
15 telemetritransceiver 48 av en hvilken som helst type som er velkjent innen fagområdet. Telemetritransceiveren 48 kan, når den brukes som en registreringsbøye (20 i Figur 1), motta signaler fra de seismiske sensorene (18 i Figur 1), som skal inkluderes i et hvilket som helst velkjent telemetrimformat for
20 overføring til registreringssystemet 12 på seismisk fartøy (10 i Figur 1). Det refereres til telemetritransceiveren 48 som "høyfrekvens" for å skille denne fra en annen telemetritransceiver, en "lavfrekvens" telemetritransceiver 44 som vil bli videre forklart nedenfor med referanse til Figur
25 3. Videre forventes det at høyfrekvens telemetritransceiveren 48 vil kreves for å kommunisere til registreringssystemet (12 i Figur 1), i hovedsak i sann tid, de detekterte seismiske signalene fra så mange som mange hundre eller flere individuelle seismiske sensorer (18 i Figur 1), der hvert
30 samples med en samplerate på 500 Hz eller mer. Slike kommunikasjonskrav antyder at den påkrevde telemetriefrekvensen kan være 100 MHz eller mer. Det må imidlertid forstås klart at antallet av datakanaler som telemetreres, datasampleringen og

telemetriefrekvensen for de seismiske dataene, ikke utgjør begrensninger av omfanget til oppfinnelsen.

I den forliggende utførelsen kan styring av orienteringen til den følsomme retningen av telemetriantennen for seismiske data for en utvalgt av modulene 22A og 22B (plassert på enten det seismiske fartøyet eller registreringsbøyen) utføres ved å bestemme den geodetiske retningen til telemetriantennen for seismiske data, for den tilsvarende modulen i forhold til den valgte modulen, og å rotere reflektoren 32 og forsterker/-bølgeleder 34 for den valgte modulen, inntil en målt geodetisk orientering av den følsomme retningen av reflektoren 32 passer med den bestemte geodetiske retningen av den tilsvarende antennen. Den geodetiske retningen av den tilsvarende antennen kan bestemmes på følgende måte. Med referanse til Figur 2 og 3 kan en geodetisk posisjon av den valgte modulen (22A eller 22B) bestemmes ved hjelp av en global posisjoneringssystemmottaker (GPS-mottaker) 42 som er anordnet i eller nær den valgte modulen. Geodetisk posisjonsinformasjon fra GPS-mottakeren 42 kan overføres til en mikroprosessorbasert styringsenhet 40.

En rundstrålende antenne 46 kan motta geodetisk posisjonsinformasjon (inneholdt i lavfrekvenstelemetrisignaler) som er bestemt på tilsvarende måte, som er sendt fra en lavfrekvenstelemetrisender (ikke vist separat i Figur 2) som er anordnet nær den tilsvarende (høyfrekvens) telemetriantennen for seismiske data. Slik lavfrekvenstelemetri kan detekteres av lavfrekvenstransceiveren 44, som er elektrisk koplet til den rundstrålende antennen 46, og sendt til styringsenheten 40.

Tilsvarende kan den geodetiske posisjonen til den valgte modulen (22A eller 22B) slik den måles av GPS-mottakeren 42

også kommuniseres til lavfrekvenstransceiveren 44 for overføring til den tilsvarende lavfrekvensantennen (ikke vist) anordnet nær den tilsvarende telemetriantennen (høyfrekvens) for seismiske data.

5

I den foreliggende utførelsen kan den tilsvarende lavfrekvenstelemetriantennen (ikke vist) være anordnet nær en tilsvarende GPS-mottaker og lavfrekvenstelemetritransceiver (ikke vist). Den tilsvarende GPS-mottakeren og lavfrekvenstelemetritransceiveren sender den geodetiske posisjonsinformasjonen for den tilsvarende antennen til den retningsbestemte antennemodulen (22A or 22B), hvilken informasjon detekteres som forklart ovenfor ved bruk av rundstrålende antenne 46 og lavfrekvenstransceiver 44. Den mottatte geodetiske informasjonen fra den tilsvarende antennen blir, som forklart ovenfor, kommunisert til styringsenheten 40. Styringsenheten 40 bruker den geodetiske posisjonsinformasjonen til den retningsbestemte antennemodulen og til den tilsvarende telemetriantennen for seismiske data, til å beregne en geodetisk retning fra den valgte retningsbestemte antennemodulen til den tilsvarende telemetriantennen for seismiske data.

Den geodetiske orienteringen av reflektoren 32 kan måles ved bruk av en retningsbestemt sensor 37, slik som et tokenals induktivt "flux-gate" magnetometer eller liknende, festet til reflektoren 32 eller den dreibare festeanordningen 39. Orienteringen målt av retningssensoren 37 kommuniseres også til styringsenheten 40. Styringsenheten 40 opererer motoren 38 inntil den målte orienteringen samsvarer med den beregnede geodetiske retningen til den tilsvarende antennen (ikke vist). Alternativt kan den geodetiske orienteringen til reflektoren 32 bestemmes ved å bruke anordninger slik som en koder for

dreiningsposisjon som er koplet til bærestangen 41, slik at en relativ dreiningsorientering av reflektoren 32 i forhold til modulen (22A eller 22B) kan bestemmes, slik som ved styringsenhet 40. Den geodetiske orienteringen av modulen (22A eller 22B) kan bestemmes ved hjelp av en separat sensor, for eksempel et tokanals magnetometer, eller den kan bestemmes ved å bruke navigasjonsdata fra navigasjonsanordningene i registreringsystemet (12 i Figur 1).

- 10 Telemetrien med geodetisk posisjonsinformasjon blir det her referert til som "lavfrekvens" fordi det forventes at det kun vil finnes en datakanal i denne (den tilsvarende antenneposisjonen) og datasampleraten for den ene datakanalen vil være relativt lav, typisk slik som fra noen få Hz til 1 MHz.
- 15 Ved slike lave frekvenser er rundstrålende antenner generelt effektive for å opprettholde signalkommunikasjon selv ved relativt lav utsendt effekt fra senderen. Det skal forstås at telemetriefrekvensen som brukes for å kommunisere geodetisk posisjonsinformasjon, ikke utgjør en begrensning av omfanget
- 20 av oppfinnelsen. Av praktiske grunner velges frekvensen for slik telemetri fortrinnsvis slik at rundstrålende antenner kan brukes.

- Under operasjon av telemetrisystemet, når det seismiske
- 25 fartøyet beveger seg i forhold til registreringsbøyen, bestemmes målingene av geodetisk posisjon for hver av fartøyet og bøyen på nytt. Den geodetiske retningen mellom fartøyet og bøyen bestemmes tilsvarende på nytt, og antenneorienteringen for både fartøyet og bøyen justeres periodisk for å samsvare
- 30 med den geodetiske retningen som bestemmes igjen.

En alternativ utførelse til den som er vist i Figur 2, er vist i Figur 3. Utførelsen som er vist i Figur 3 kan omfatte fire

longitudinelle dipolantenner 34A som er orientert i hovedsak vertikalt, og anordnet i et generelt sirkulært mønster. Hver dipolantenne 34A kan koples til høyfrekvens-telemetritransceiveren 48 gjennom en fasedreiningseenhet 35.

5 Fasedreiningseenheten 35 justerer den relative signalfasen ved hver antenne 34A til en valgt utgangsverdi fra signalfasen til inngangen fra telemetritransceiveren 48. Fasedreiningseenheten 35 er vist som en enkelt enhet i Figur 3, i andre utførelser kan imidlertid fasedreiningseenheten bestå av en et individuelt
10 fasedreiningselement mellom transceiveren 48 og hver individuell dipolantenne 34A.

Ved egnet valg av fasedreining mellom signalene ved hver dipolantenne 34A, kan den følsomme retningen til de kombinerte
15 antennene 34A styres eller roteres elektroniske, noe som tilsvarer å mekanisk rotere den retningsfølsomme reflektor/forsterker/bølgeleder kombinasjonen som er vist i Figur 2. Måten å bestemme den geodetiske retningen av den tilsvarende seismiske telemetriantennen på, kan være ved bruk
20 av en GPS-mottaker 42, lavfrekvens telemetritransceiver 44 og rundstrålende antenne 46, i hovedsak som forklart med referanse til Figur 2.

I den foreliggende utførelsen blir den effektive følsomme
25 retningen til de kombinerte antennene 34A justert av styringsseenheten 40 som beregner en fasedreiningsverdi for hver antenne 34A, og kommuniserer de respektive fasedreiningsverdiene til fasedreiningseenheten 35, slik at konstruktiv interferens og destruktiv interferens mellom
30 signalene som sendes ut fra hver antenne 34A, resulterer i høy signalforsterkning (ved konstruktiv interferens) langs en valgt geodetisk orientering. Den valgte retningen er mot den tilsvarende datatelemetriantennen, akkurat som for utførelsen

i Figur 2 der antennen roteres mekanisk til en slik retning. I den foreliggende utførelsen, ved egnet justering av fasedreiningen som anvendes på hver antenne 34A ved styringsenheten 40, kan den geodetiske orienteringen av retningen med høy signalforsterkning velges slik at den passer til den geodetiske retningen av den tilsvarende telemetriantennen for seismiske signaler i forhold til plattformen 31. Mens Figur 3 viser fire dipolantenner, kan antallet av slike dipolantenner i andre utførelser være annerledes, noe fagmannen vil forstå.

Operasjon av utførelsen som er vist i Figur 3 for å opprettholde antenneorientering langs den geodetiske retningen mellom fartøyet og bøyen, er i hovedsak den samme som ble forklart ovenfor med referanse til utførelsen som er vist i Figur 2. For å bestemme den geodetiske orienteringen av modulen som er vist i Figur 3, kan det brukes en separat retningsavhengig sensor (slik som vist ved 37 i Figur 2), slik som et tokenals magnetometer, ellers kan retningsinformasjon skaffes fra navigasjonsutstyret i registreringssystemet (12 i Figur 1).

En alternativ implementering av en telemetrimodul for retningsbestemt antenne som ikke krever bestemmelse av den geodetiske posisjonen til modulene på verken registreringsbøyen eller det seismiske fartøyet, er vist i Figur 4. Utførelsen som er vist i Figur 4, kan omfatte en retningsbestemt antenne i hovedsak på samme måte som det er forklart med referanse til Figur 2, som omfatter en parabolisk reflektor 32, forsterker/bølgeleder 34 som er elektrisk forbundet med høyfrekvens telemetritransceiveren 48. En kombinasjon av motor 38 og snekkedrev 38A kan drive et sylindrisk tannhjul 36 koplet til en dreibar festeanordning for reflektoren 32,

lignende den som er vist i Figur 2.

I utførelsen som er vist i Figur 4, kommuniseres en amplitude av telemetrisignalet som detekteres i transceiveren 48 (der
5 dette signalet mottas fra den tilsvarende telemetriantennen for seismiske data) til styringsenheten 40. Styringsenheten 40 kan programmeres til å operere motoren 38 inntil den detekterte telemetrisignalamplituden når en maksimalverdi. Etter dette kommuniseres telemetrisignalamplituden for de
10 seismiske dataene til styringsenheten 40 periodisk eller kontinuerlig, og enhver endring i den detekterte telemetrisignalamplituden vil få styringsenheten 40 til å operere motoren 38 slik at denne roterer den retningsavhengige antennen slik at en maksimal telemetrisignalamplitude
15 opprettholdes. Det er fordelaktig at utførelsen som er vist i Figur 4, ikke krever en GPS-mottaker og ikke krever bruk av lavfrekvenstelemetrien (som er beskrevet ovenfor) for å motta posisjonsinformasjon fra den tilsvarende antennen.

20 Utførelsen som er vist i Figur 4 kan istedenfor bruke dipolantenner og en fasedreiningenhet (kollektivt et "faset antenneoppstilling" ("phased antenna array")) til elektronisk å rotere den følsomme retningen av den fasede antenneoppstillingen på en måte som likner den utførelsen som er vist
25 i Figur 3, og som er forklart med referanse til denne. Det å opprettholde den følsomme retningen ved bruk av en faset antenneoppstilling, utføres på lignende måte som forklart ovenfor når det gjelder mekanisk rotasjon av antennen, det vil si at den innkommende telemetrisignalamplituden måles, og den
30 effektive orienteringen av den fasede antenneoppstillingen styres for å opprettholde maksimal detektert signalamplitude. Fagmannen innen området vil forstå at utførelsen i Figur 4 krever at den retningsbestemte antennen (eller den fasede

antenneoppstillingen) brukes for å detektere innkommende datatelemetri eller innkommende styringssignaler.

Ved å bruke i det minste en retningsbestemt antennemodul med
5 styrbar orientering i et akkvisisjonssystem for seismiske data, kan det bli mer praktisk å overføre seismiske data i sann tid fra datalagringsutstyret på en registreringsbøye til dataregistreringsutstyr på et seismisk fartøy. Ved å overføre data i sann tid fra bøyen til det seismiske fartøyet under
10 akkvisisjon, blir det mulig å gjennomføre kvalitetskontroll under kartleggingsprosedyren. Det å utføre kvalitetskontroll av data under en kartlegging, kan redusere sjansen for å fullføre kartleggingen for så å finne kun data av dårlig kvalitet fra en eller flere av de seismiske sensorene. Derved
15 kan tiltak settes i verk etter kortere forsinkelse eller mindre tapt tid. Bruken av retningsbestemte antenner kan også redusere interferens mellom signaler fra et flertall av forskjellige registreringsbøyer.

20 Som forklart ovenfor kan en retningsbestemt antenne slik som forklart ovenfor med referanse til Figur 2, 2A, 3 og 4, brukes på både registreringsbøyen og det seismiske fartøyet. Et flertall av slike antennemoduler kan også brukes på det seismiske fartøyet for å opprettholde signaltelemetri under en
25 kartlegging med et flertall av registreringsbøyer. Fagmannen innen området vil også forstå at tilsvarende retningsbestemte antennemoduler kan brukes på to eller flere seismiske fartøyer, kildefartøyer, eller støttefartøyer, for å opprettholde signaltelemetri mellom disse. Følgelig kan
30 uttrykket "datainnsamlingsenhet" slik det brukes her, referere til en registreringsbøye eller en lignende anordning i en fast posisjon, eller kanskje et annet fartøy eller mobil anordning.

Patentkrav

1. Telemetrisystem for seismiske data, omfattende:

- et seismisk fartøy;
- 5 - en seismisk datainnsamlingsenhet i operativ forbindelse med i det minste en seismisk sensor;
- minst én av en telemetrisender for seismiske data og en telemetrimottaker anordnet på datainnsamlingsenheten; og
- minst én av en telemetrimottaker for seismisk data og en
- 10 telemetrisender anordnet på det seismiske fartøyet;

der telemetrisystemet er *karakterisert ved*:

- minst én retningsfølsom antenne som er anordnet på én av det seismiske fartøyet og datainnsamlingsenheten, der antennen er operativt koplet til minst én av
- 15 telemetrisenderen og telemetrimottakeren;
- anordninger for å bestemme en geodetisk posisjon til fartøyet assosiert med fartøyet;
- anordninger for å bestemme en geodetisk posisjon til datainnsamlingsenheten assosiert med
- 20 datainnsamlingsenheten;
- en telemetritransceiver for geodetisk posisjon og rundstrålende antenne assosiert med hver av fartøyet og datainnsamlingsenheten;
- anordninger for å bestemme en geodetisk retning mellom
- 25 fartøyet og datainnsamlingsenheten som respons på posisjonsdata sendt ved bruk av telemetritransceiveren for geodetiske posisjon; og
- anordninger for å orientere og opprettholde en orientering av en følsom retning av den retningsfølsomme
- 30 antennen mot en tilsvarende antenne på den andre av datainnsamlingsenheten og det seismiske fartøyet, der den tilsvarende antennen er operativt koplet til den minst ene av telemetrimottakeren og senderen der anordningene

for å orientere er operative som respons på anordningene for å bestemme geodetisk retning.

2. System i følge krav 1, der den retningsfølsomme antennen
5 omfatter en parabolisk reflektor dreibart montert på den minste ene av innsamlingsenheten og det seismiske fartøyet, og rotasjonsanordningene omfatter en motor som er rotasjonskoplet til reflektoren.
- 10 3. System i følge krav 2, videre omfattende en retningsbestemt sensor som er koplet til reflektoren, og der rotasjonsanordningene omfatter anordninger for å sammenlikne en retning målt av den retningsbestemte sensoren, med den bestemte geodetiske retningen.
- 15 4. System i følge krav 3, der den retningsbestemte sensoren omfatter et tokenals magnetometer.
5. System i følge krav 1, der anordningene for å bestemme
20 geodetisk retning omfatter en GPS-mottaker, som er anordnet på hver av datainnsamlingsenheten og det seismiske fartøyet.
6. System i følge krav 1, der den retningsfølsomme antennen omfatter et flertall av dipolantenner som hver er koplet til
25 en respektiv utgang av fasedreiningenheten, og rotasjonsanordningene omfatter anordninger for å bestemme en fasedreining som skal anvendes på hver dipolantenne slik at en kombinert følsomhet for nevnte dipolantenner har en retning som tilsvarer den geodetiske retningen, der anordningene for å
30 bestemme fasedreining er operativt koplet til fasedreiningenheten.
7. System i følge krav 1, der orienteringsanordningene

omfatter en signalamplitudedetektor som er operativt koplet til rotasjonsanordningene, og rotasjonsanordningene omfatter anordninger for å stoppe rotasjonen når en detektert telemetrisignalamplitude når en maksimalverdi.

5

8. System i følge krav 7, der den retningsfølsomme antennen omfatter en parabolreflektor som er dreibart montert på den minst ene av datainnsamlingsenheten og det seismiske fartøyet, og rotasjonsanordningene omfatter en motor som er
10 rotasjonskoplet til reflektoren.

9. System i følge krav 7, der den retningsfølsomme antennen omfatter et flertall av dipolantenner som hver er koplet til en respektiv utgang av fasedreiningenheten, og rotasjons-
15 anordningene omfatter anordninger for å bestemme en fasedreining som skal anvendes på hver antenne slik at en kombinert følsomhet av dipolantennene har en retning som tilsvarer en retning med maksimal telemetrisignalamplitude, der anordningene for å bestemme fasedreiningen, er operativt
20 koplet til fasedreiningenheten.

10. System i følge krav 1, der den seismiske sensoren er anordnet i en havbunnskabel.

25

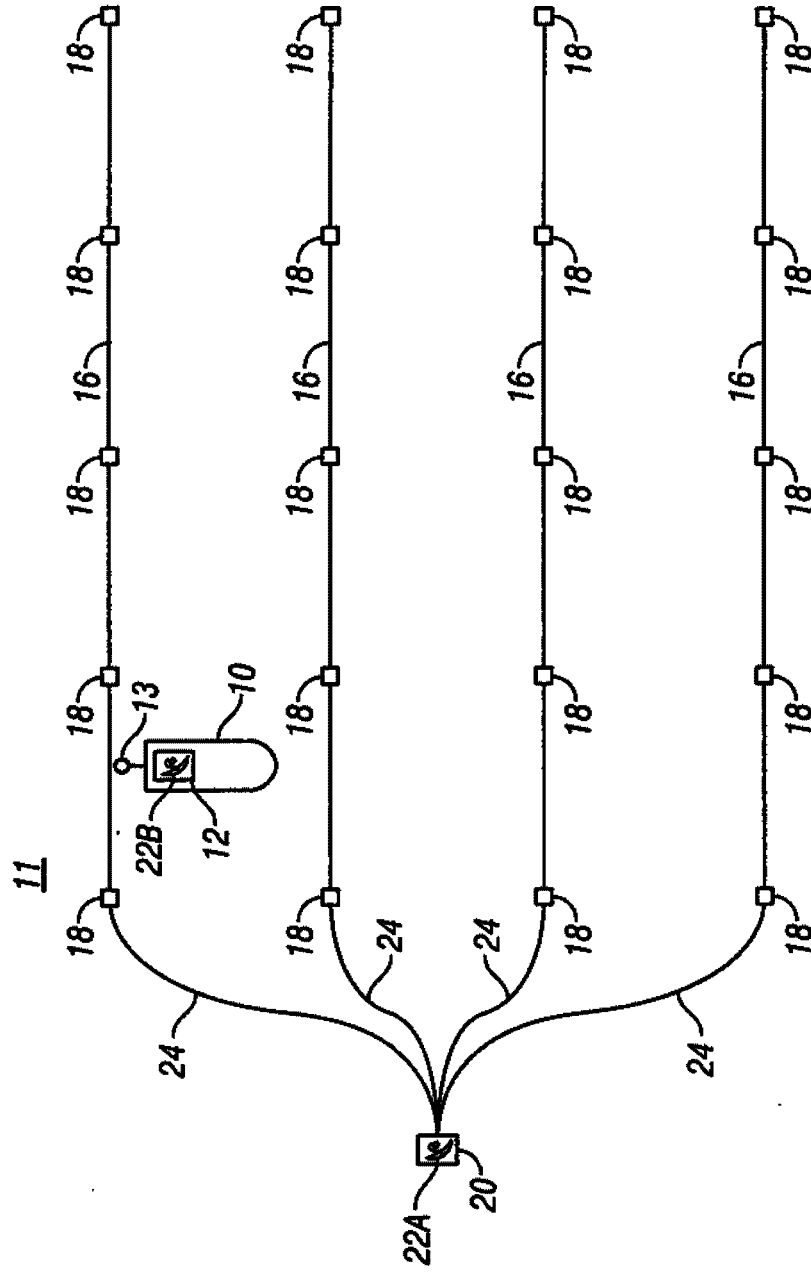


FIG. 1

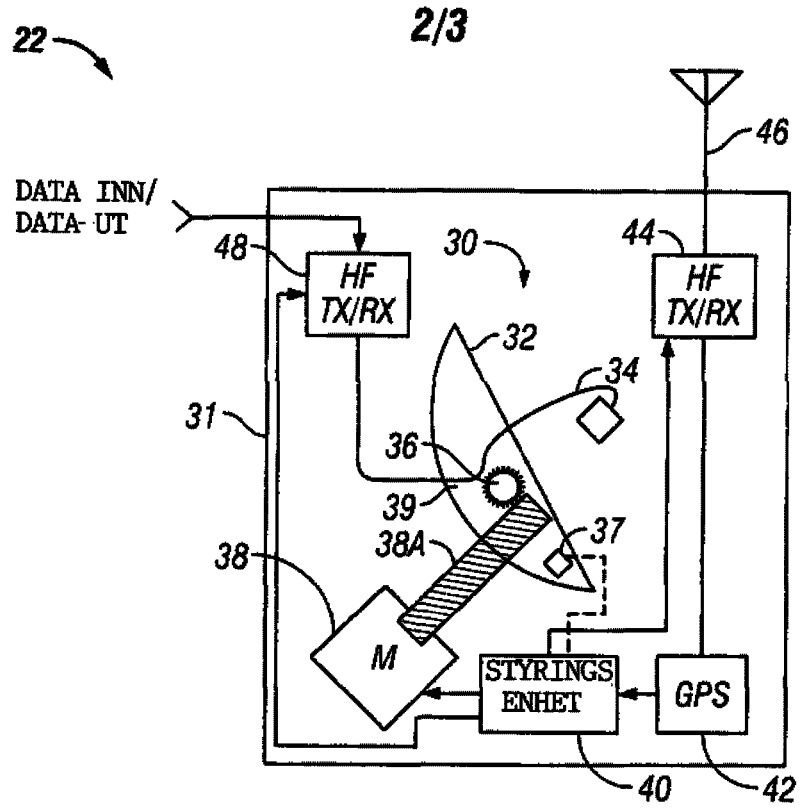


FIG. 2

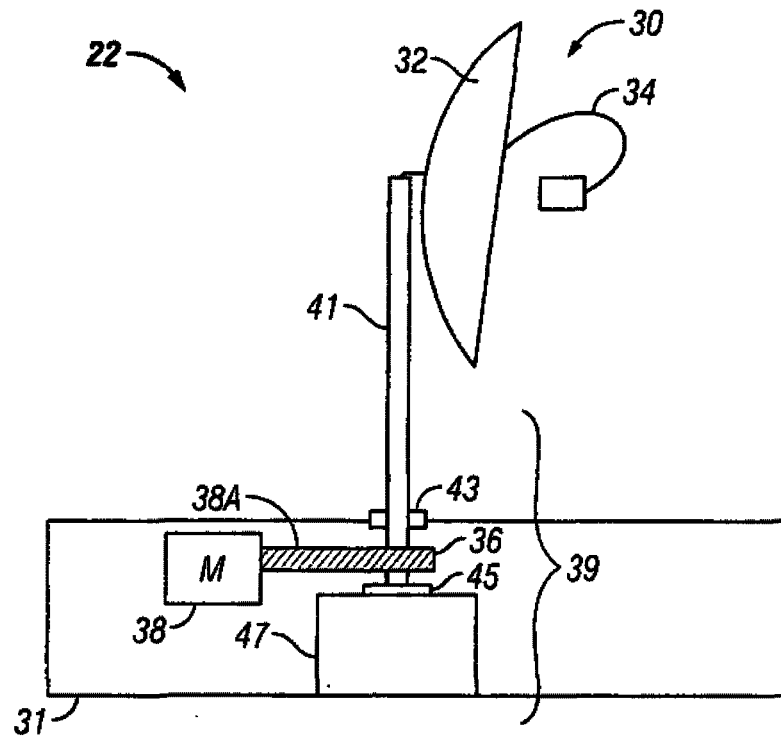


FIG. 2A

3/3

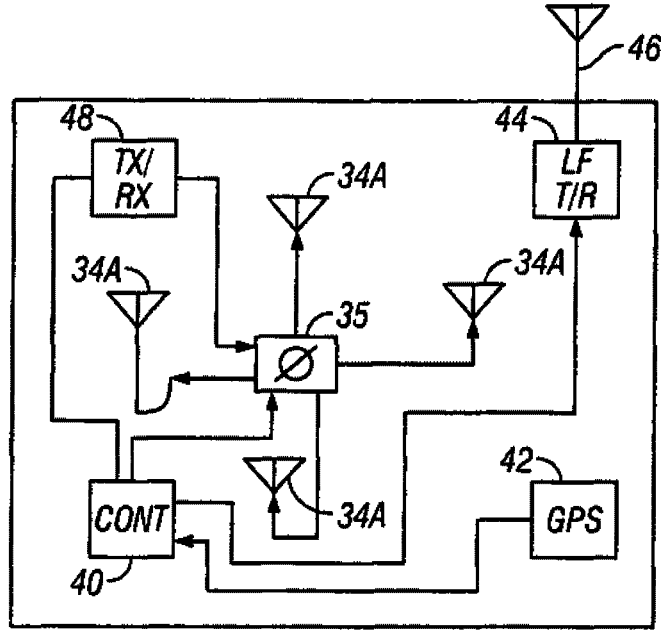


FIG. 3

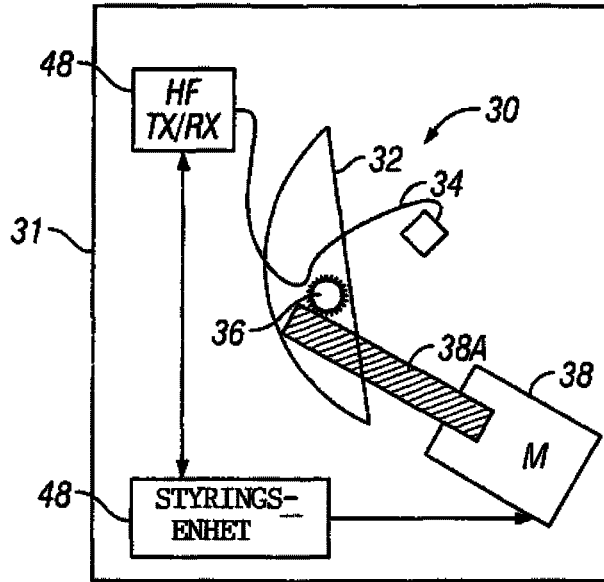


FIG. 4