



(12) PATENT

(19) NO

(11) 338174

(13) B1

NORGE

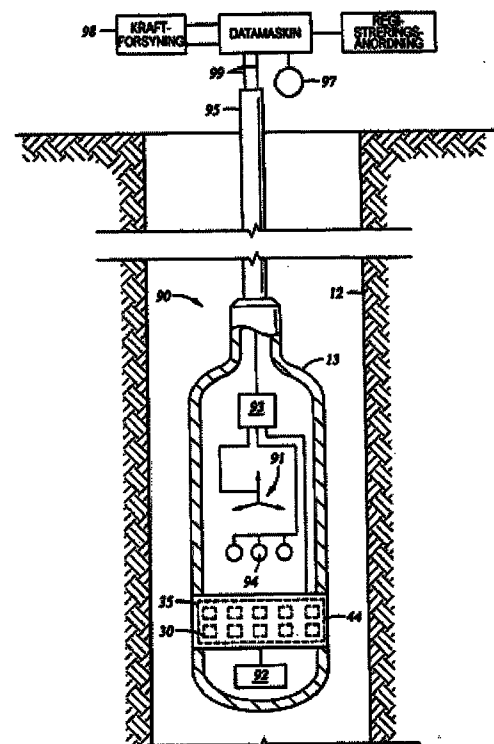
(51) Int Cl.

G01V 1/52 (2006.01)
G01V 1/145 (2006.01)
G01V 1/18 (2006.01)
E21B 47/017 (2012.01)
H04R 17/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20045647	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2004.12.27	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2004.12.27	(30)	Prioritet	2004.01.08, US, 534900 2004.01.08, US, 535062 2004.11.30, US, 904813
(41)	Alm.tilgj	2005.07.11			
(45)	Meddelt	2016.08.01			
(73)	Innehaver	Schlumberger Technology B.V., Parkstraat 83-89, NL-2514JG HAAG, Nederland Jean-Pierre Masson, 10610 Hidden Lakes Drive, US-TX77469 RICHMOND, USA Fernando Garcia Osuna, 5410 Eagle Trace Court, US-TX77479 SUGAR LAND, USA Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(72)	Oppfinner				
(74)	Fullmektig				
(54)	Benevnelse	Akustiske transdusere for brønnlogging			
(56)	Anførte publikasjoner				
(57)	Sammendrag				

Det er beskrevet akustiske transdusere utformet med transduserelementer (13) anordnet på en bue eller et bueformet organ (35) innrettet for å passe omkring et rør (13) anordnet i et borehull. Det bueformede organet er forsynt med ledere (37) for å levere en spenning til transduserelementene. En utførelsesform benytter et bueformet metallorgan. Utførelsesformer implementert som kilder blir brukt til å eksitere akustiske borehullsmodi. Noen utførelsesformer tilveiebringer fasegruppert akustisk energiekstitering/ signalmottakelse. Transduserne er dekket av et forseglingsmateriale i en væskefri utførelsesform, og skjermer blir brukt til å beskytte transduserne.



BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

Teknisk område

Oppfinnelsen angår generelt akustiske transdusere. Mer spesielt angår oppfinnelsen forbedrede akustiske transdusere for bruk i forbindelse med rør-
5 ledninger.

Teknisk bakgrunn

I olje- og gass-industrien blir undergrunnsformasjoner typisk undersøkt ved hjelp av brønnloggingsinstrumenter for å bestemme formasjonskarakteristikkene.
10 Blant disse instrumentene har soniske sonder vist seg å tilveiebringe verdifull informasjon vedrørende akustiske undergrunnsegenskaper som kan benyttes til å frembringe bilder eller utlede beslektede karakteristikker for formasjonene.

Akustiske bølger er periodiske vibrasjonsforstyrrelser som er et resultat av akustisk energi som forplanter seg gjennom et medium, slik som en
15 undergrunnsformasjon. Akustiske bølger blir vanligvis karakterisert uttrykt ved deres frekvens, amplitude og forplantningshastighet. Akustiske egenskaper av interesse for formasjoner kan innbefatte kompresjonsbølgehastighet, skjærbølgehastighet, borehullsmodi og formasjonslangsomhet. I tillegg kan akustiske avbildninger brukes til å skissere borehullsveggtilstander og andre
20 geologiske egenskaper i avstand fra borehullet. Disse akustiske målingene har anvendelser for seismisk korrelasjon, petrofysikk, bergartsmekanikk og andre områder.

Registreringer av akustiske egenskaper som funksjoner av dybde, er kjent som akustiske logger. Informasjon fremskaffet fra akustiske logger kan være nyt-
25 tige på en lang rekke anvendelsesområder, innbefattende korrelasjon fra brønn til brønn, porøsitetsbestemmelse, bestemmelse av mekaniske eller elastiske bergartsparametere for å gi en indikasjon på litologi, deteksjon av formasjonssoner med overtrykk og omforming av seismiske tidstraser til dybdetraser basert på den målte lydhastigheten i formasjonen.

30 Sonisk eller akustisk logging av grunnformasjoner innebærer å senke et akustisk loggeinstrument eller en sonde ned i et borehull som gjennomskjærer formasjonen. Instrumentet innbefatter typisk én eller flere akustiske kilder (dvs. en sender) for å sende ut akustisk energi inn i undergrunnsformasjonene, og én eller flere akustiske sensorer eller mottakere for å motta akustisk energi. Senderen blir

periodisk aktivert for å utsende pulser av akustisk energi inn i borehullet, som forplanter seg gjennom borehullet og inn i formasjonen. Etter forplantering gjennom borehullet og formasjonen kommer en del av den akustiske energien tilbake til mottakerne hvor den blir detektert. Forskjellige egenskaper ved den detekterte

5 akustiske energien blir deretter relatert til undergrunns- eller sonde-egenskaper som er av interesse.

Fig. 1 viser en konvensjonell akustisk brønnhullssonde. Sonden 10 er vist anordnet i et borehull 12 som gjennomskjærer en grunnformasjon 20. Borehullet 12 er typisk fylt med et borefluid 14 (slam) som blir brukt under boringen av

10 borehullet. Sonden 10 er vanligvis implementert i en understøttelse i en rørledning 13, som i tilfelle av et borevektør innbefatter en indre passasje 13A slik at borefluid 14 kan nå en slammotor og/eller en borkrone ved bunnen av en borestreng (ikke vist) som kjent på området. Loggeverktøyet 10 innbefatter én eller flere akustiske kilder 16 og et antall akustiske mottakere 18 anordnet på

15 rørledningen 13. Mottakerne 18 er vist atskilt fra hverandre langs sonden eller verktøyets 10 langsgående akse med en valgt avstand h . Én av mottakerne 18 som er nærmest kilden 16, er aksialt atskilt fra denne med en valgt avstand a . Sonden eller verktøyet 10 rommer også én eller flere konvensjonelle datamoduler 21 som inneholder mikroprosessorer, lagre og programvare for å behandle

20 signalbølgeformdata som kjent på området. Som det også er kjent på området, kan datamodulen eller modulene 21 være anordnet inne i instrumentet, på jordoverflaten eller kombinert mellom de to som vist på fig. 1. Det er vist akustiske energibølger 22 som forplanter seg i borehullet. Konvensjonelle soniske brønnhullssonder er beskrevet i US-patentene nr. 5.852.587, 4.543.648,

25 5.510.582, 4.594.691, 5.594.706, 6.082.484, 6.631.327, 6.474.439, 6.494.288, 5.796.677, 5.309.404, 5.521.882, 5.753.812, RE34.975 og 6.466.513.

Konvensjonelle akustiske sonder er utstyrt med akustiske transduserelementer slik som piezoelektriske elementer. Vanligvis omformer en akustisk transduser energi mellom elektriske og akustiske former og kan være innrettet for

30 å virke som en kilde eller en sensor. Akustiske transdusere er vanligvis montert på det rørformede legeme til loggeinstrumentet som vist på fig. 1. Konvensjonelle akustiske kilder og sensorer som benyttes i brønnhullsrørledninger er beskrevet i US-patentene nr. 6.466.513, 5.852.587, 5.886.303, 5.796.677, 5.469.736 og 6.084.826. Konvensjonelle seismiske sonder for logging-under-boring (LWD) har

allrettede eller rundtstrålende sendere (dvs. monopolkilder) (se US-patent nr. 5.796.677, 5.852.262). Konvensjonelle akustiske kabelsonder benytter imidlertid uavhengige lydkilder til å eksitere borehullets akustiske modi (se f.eks. US-patent nr. 5.852.587, 6.102.152, 6.474.439). I store borehull og langsomme bergartsfor-

5 hold, er skjærbølgemålinger vanskelige å oppnå med rene akustiske monopolsonder. Under disse forholdene er det nødvendig å bruke forskjellige typer loggesonder med lydkilder som samtidig eller uavhengig eksiterer borehullets akustiske modi. US-patentene nr. 6.614.360 og 6.084.826 beskriver brønnhullsrørledninger utstyrt med akustiske transdusere. En ulempe med de

10 foreslåtte transduserne er anvendelsen av oljekompensasjon i sammenstillingen, som kompliserer konstruksjonen og påvirker påliteligheten.

Det er fremdeles behov for forbedrede akustiske transdusere, spesielt for anvendelser som innebærer rørledninger innrettet for anbringelse i undergrunnsformasjoner.

15

OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

Et aspekt ved oppfinnelsen tilveiebringer en akustisk transduser for bruk på en rørledning. Transduseren omfatter et bueformet organ, et antall akustiske transduserelementer anordnet på organet som danner rader; idet det bueformede

20 organet er forsynt med ledere for å levere en spenning til transduserelementene; hvor det bueformede organet og transduserelementene er dekket med et tetningsmateriale; og hvor det dekkede, bueformede organet ikke innbefatter væsker.

Et aspekt ved oppfinnelsen tilveiebringer en akustisk transduser for bruk på en rørledning. Transduseren som omfatter et bueformet metallorgan; et antall akus-

25 tiske transduserelementer anordnet på metallorganet; hvor det bueformede metallorganet er innrettet for å tilveiebringe en spenning til transduserelementene som er anordnet på dette; og hvor transduserelementene er dekket for å beskytte mot eksterne fluider.

Et aspekt ved oppfinnelsen tilveiebringer en fremgangsmåte for utplasser-

30 ing av en akustisk transduser på en rørledning. Fremgangsmåten innbefatter å anordne et bueformet organ på utsiden av rørledningen, idet det bueformede organet er dannet uavhengig i forhold til rørledningen og har et antall akustiske transduserelementer påmontert som danner rader, idet organet er forsynt med

ledere for å levere en spenning til transduserelementene og dekket med et tetningsmateriale som ikke innbefatter væsker.

Et aspekt ved oppfinnelsen tilveiebringer en fremgangsmåte for utplassering av en akustisk transduser på en rørledning. Fremgangsmåten innbefatter å anbringe et bueformet metallorgan på utsiden av rørledningen, hvor det bueformede organet er dannet uavhengig i forhold til rørledningen og er forsynt med minst ett akustisk transduserelement, idet organet er dekket med et tetningsmateriale som ikke innbefatter væsker.

Foreliggende oppfinnelse er særlig egnet til å tilveiebringe en fremgangsmåte for fremstilling av en akustisk transduser for bruk på et rør, omfattende

å anbringe et bueformet organ utformet som en sektor av en sylindrisk omdreiningsflate på røret;

å anbringe et antall akustiske transduserelementer på organet for å motta eller utsende akustisk energi, idet det bueformede organet er konfigurert for å tilveiebringe elektrisk spenning til elementene;

å konfigurere en første elektrisk leder i kontakt med første plane overflater av transducerelementene;

å konfigurere en andre elektrisk leder i kontakt med andre plane overflater av transducerelementene;

transducerelementene på de første plane overflater er elektrisk isolert fra transducerelementene på de andre plane overflatene;

å konfigurere et delsett av antallet transduserelementer anordnet på organet for aktivering med en elektrisk spenning med forskjellig polaritet i forhold til et annet element anordnet på dette; og

å forsegle organet og transducerelementene for å danne en væskefri akustisk transduser,

hvor røret har en ytre overflate konfigurert for kontakt med brønnhullsmiljø, og den akustiske transduseren er konfigurert for plassering rundt den ytre overflaten av røret i kontakt med brønnhullsmiljø.

Foreliggende oppfinnelse er videre egnet til å tilveiebringe en akustisk transduser for bruk på et rør for undergrunns anbringelse, som omfatter:

et bueformet organ utformet som en sektor av en sylindrisk omdreiningsflate for anbringelse på røret;

et antall akustiske transduserelementer anordnet på organet for å motta eller utsende akustisk energi;

det bueformede organet er konfigurert for å tilveiebringe elektrisk spenning til elementene;

5 en første elektrisk leder i kontakt med første plane overflater av transduserelementene;

 en andre elektrisk leder i kontakt med andre plane overflater av transduserelementene;

 transduserelementene på de første plane overflater er elektrisk isolert fra
10 transduserelementene på de andre plane overflatene;

 et delsett av antallet transduserelementer anordnet på organet konfigurert for aktivering med en elektrisk spenning med forskjellig polaritet i forhold til et annet element anordnet på dette; og

 idet organet og transduserelementene er forseglet for å danne en væskefri
15 akustisk transduser,

 hvor røret har en ytre overflate konfigurert for kontakt med brønnhullsmiljø, og den akustiske transduseren er konfigurert for plassering rundt den ytre overflaten av røret i kontakt med brønnhullsmiljø.

20

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Fig. 1 viser et skjema over et konvensjonelt akustisk brønnhullsverktøy.

Fig. 2A er et skjema over et typisk transduserelement.

Fig. 2B er et skjema over et typisk transduserelement av den type som er
25 sammensatt av 1-3 piezoelektriske komponenter.

Fig. 3A er et skjema over et transduserelement belastet med et tomt materiale i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 3B er et skjema over et transduserelement av 1-3 piezokompositt-typen belastet med en tung materialmasse i samsvar med oppfinnelsen.

30 Fig. 4 er en todimensjonal projeksjon av et bueformet organ forsynt med transduserelementer i samsvar med oppfinnelsen.

 Fig. 5 er en tverrsnittsskisse gjennom en bueformet, akustisk transduser i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 6 er et skjema over to individuelle bueformede, akustiske transdusere i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 7 er et skjema over to individuelle bueformede akustiske transdusere montert på en rørledning i samsvar med oppfinnelsen.

5 Fig. 8 er en tverrsnittsskisse gjennom den bueformede transduseren som er anordnet på rørledningen på fig. 7.

Fig. 9 er et grunnriss av fire individuelle bueformede organer som danner kvadranter av en sylindrisk omdreiningsflate anordnet på en rørledning i samsvar med oppfinnelsen.

10 Fig. 10 er en todimensjonal projeksjon av et bueformet organ utformet med elektrisk isolerte sett med transduserelementer i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 11 er et skjema over to bueformede organer i likhet med den utførelsesformen som er vist på fig. 10.

Fig. 12 er en todimensjonal projeksjon av et bueformet organ utformet med 15 elektrisk isolerte sett med transduserelementer anordnet for fasegruppeeksitering/signal-mottakelse i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 13 er en oversiktsskisse over en bueformet metalltransduser i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 14 er et skjema over en transduserelektronikkmodul og 20 multipleksermodul i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 15 er et skjema over en skjermet, bueformet transduser montert på en rørledning i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 16 er en oversiktsskisse over en bueformet transduser med flere organer anordnet på en rørledning med tilpassede skjermer i samsvar med opp- 25 finnelsen.

Fig. 17 er et skjema over en rørledning utstyrt med bueformede transdusere og beskyttelsesskjermutførelsesformer i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 18 er et skjema over en brønnhulls-anordning som innbefatter en bueformet transduser i samsvar med oppfinnelsen.

30

DETALJERT BESKRIVELSE

Foreliggende oppfinnelse beskriver akustiske transdusere som kan implementeres i flere konfigurasjoner og forskjellige diametre for å passe til enhver rørledning. Utførelsesformer av oppfinnelsen gjør det mulig å eksitere de akustiske

brønnhullsmodiene over et bredt frekvensområde med forbedret renhet av modiene ved å bruke en enkelt transduserenhet. Transduserutformingen er basert på transduserelementer implementert i en halvsylindrisk eller bueformet konfigurasjon.

- 5 Fig. 2A viser et typisk transduserelement 30 implementert i henhold til oppfinnelsen. Transduserelementet 30 kan være et enkelt eller flerlags (stabled) element for å forbedre lydutstråling og akustisk utmatingstrykknivå. Brukbare elementer 30 innbefatter piezoelektriske anordninger, blytitanat-anordninger (PT-anordninger), blysrkonattitanat-anordninger (PZT-anordninger). 1-3
- 10 piezokomposittanordninger eller andre egnede materialer som er kjent på området. Elementet 30 er fortrinnsvis polarisert i tykkelsesmodusen. Når en positiv spenning blir påtrykket
- en plan overflate på elementet 30 og en negativ spenning blir påtrykket den motstående plane overflaten, trekker elementet seg sammen og utvider seg for å
- 15 utsende akustisk energi. Fig. 2B viser et transduserelement av 1-3-piezokompositt-typen implementert i henhold til oppfinnelsen.

Fig. 3A viser en utførelsesform av et enkelt rektangulært piezoelektrisk element 30 belastet på én side med et materiale 32 med tung masse. Ved å anbringe et tungt materiale 32 bak transduserelementet 30, tilveiebringer det massebelastede elementet forbedret lyddireksjonalitet og forbedret lydutstråling i en ønsket orientering implementert som en kilde. Fig. 3B viser et element av en enkel rektangulær 1-3 piezokompositttype 30 belastet på en side av et tungt materiale 32.

Fig. 4 viser flere individuelle transduserelementer 30 anordnet på en bue eller et bueformet element 35 ifølge en utførelsesform av oppfinnelsen. Selv om det bueformede organet 35 er vist projisert som en todimensjonal eller plan overflate for å tydeliggjøre illustrasjonen, er organet "bueformet" på bakgrunn av det faktum at organet er buet i tverrsnittsform. Uttrykket bueformet organ kan også f.eks. omfatte en sektor, en kvadrant eller en halvsylindrisk omdreiningsflate, en

30 halvsylinder eller en buet firkantseksjon. I virkeligheten kan uttrykket "bueformet organ" omfatte et hvilket som helst antall "bueformede" seksjoner som når de plasseres ved siden av hverandre, vil omfatte eller bestå av en halv sylinder. Det bueformede organet 35 er laget av et ikke-ledende materiale. Brukbare materialer

innbefatter fiberglass, gummi-forbindelser, syntetiske harpikser, PEEK™ eller et hvilket som helst annet egnet ikke-ledende materiale som er kjent på området.

Fig. 5 viser en tverrsnittsskisse fra sideenden av en akustisk transduser ifølge oppfinnelsen. Transduserelementene 30 er omsluttet av eller innstøpt i det ikke-ledende materiale som utgjør det bueformede organet 35. Det bueformede organet 35 kan være dannet ved å bruke forskjellige fremstillingsteknikker som er kjent på området. En teknikk innebærer f.eks. å danne hulrom eller åpninger i det bueformede organet 35 for å romme transduserelementene 30 og omslutte de rommede elementene med ytterligere materiale for å komplettere enheten. En annen teknikk innebærer å støpe det bueformede organet 35 omkring transduserelementene 30 og lederne 37. Legg merke til at de her illustrerte utførelsesformene generelt ikke er vist i aktuell skala eller med nøyaktige dimensjoner på grunn av visuell klarhet. Veggene til det materiale som utgjør det bueformede organet 35 kan f.eks. være utformet med enhver ønsket tykkelse, men tynnere vegger blir generelt foretrukket for forbedret akustisk energiforplantning.

Elektriske ledere 37 er anordnet inne i de bueformede organene 35 i kontakt med overflatene til transduserelementene 30 for å rute spenningen/signalene til/fra elementene som beskrevet nærmere nedenfor.

Lederne 37 rager ut fra enden av de bueformede organene 35 og ender i eksponerte ledninger 39. Enhver egnet leder kan brukes som kjent på området. Noen utførelsesformer kan være utformet med ledere 37 som bruker et ledende materiale omfattende en rekke filamentledere som danner et "maskelag" anordnet over transduserelementene 30. Ledende materialer konfigurert for å danne lag eller filmer som kan brukes til å implementere lederne 37 av masketypen er kommersielt tilgjengelige (se f.eks. MARIAN™-produkter som er tilgjengelige på internett ved <http://www.marianinc.com>). Noen utførelsesformer kan implementeres med ledere 37 dannet ved hjelp av kjemiske avsetningsteknikker, maskeringsteknikker eller andre kjente lagfremstillingsprosesser (ikke vist).

Ytterligere andre utførelsesformer av oppfinnelsen kan implementeres med ledere laget ved å bruke som en strimmel, kalt en fleksikrets (beskrevet i US-patent nr. 6.351.127, 6.690.170, 6.667.620, 6.380.744). Utførelsesformer av fleksikretstypen kan være laget med et passende materiale (f.eks. polyimidfilm, dielektriske filmsubstrater, polyesterfilm) impregnert med elektrisk ledende materialer eller

substanser. Teknikker for produksjon av strimler for å danne fleksible filmer, er beskrevet US-patent nr. 6.208.031.

Buede transduserutførelsesformer ifølge oppfinnelsen konstruert for undergrunnsbruk må være i stand til å motstå de barske tilstandene i
 5 brønnhullsmiljøer. De bueformede organene 35 sammen med transduserelementene 30 som de rommer, kan være beskyttet ved å støpe over eller dekke enhetene med et forseglingsmateriale 40 som utgjør en beskyttende og lydtransparent barriere. Brukbare tetningsmaterialer innbefatter gummiforbindelser eller andre egnede harpikser eller forbindelser. De bueformede
 10 organene 35 kan også være utformet for fullstendig å omslutte de enkelte transduserelementene 30. I andre utførelsesformer hvor gap eller mellomrom finnes mellom elementene 30, kan et egnet ikke-ledende materiale 42 (f.eks. gummi) være tilsatt for å fylle rommene mellom elementene.

Fig. 6 viser to individuelle akustiske transduserutførelsesformer ifølge
 15 oppfinnelsen. To bueformede organer 35 er vist med sine sider i tverrsnitt for å illustrere plasseringen av transduserelementene 30 på organene. Disse kildeutførelsesformene er implementert med transduserelementer 30 belastet med tung masse. Andre utførelsesformer kan være implementert med ubelastede eller plane transduserelementer slik som vist på fig. 2. For å tydeliggjøre illustrasjonen
 20 er transduserutførelsesformene på fig. 6 vist med to transduserelementer 30 anordnet i hvert bueformet organ 35. Andre utførelsesformer kan være implementert med et hvilket som helst antall transduserelementer anordnet i det bueformede organet som utgjør et hvilket som helst antall rader eller kolonner som ønsket (se f.eks. figur 4).

25 Transduseren som er vist på fig. 6, er implementert med materialstykkene 32 av den tunge massen plassert ved siden av transduserelementene 30 som vender mot de konkave sidene til de bueformede organene 35 og innesluttet i organene. Hvert organ 35 er fullstendig dekket med forseglingsmateriale 40 for å danne en vanntett enhet. Transduserelementene 30 er elektrisk koplet i parallell
 30 ved hjelp av lederne 37 som er anordnet inne i de bueformede organene 35 i kontakt med overflatene til elementene, noe som etterlater bare endeledningene 39 eksponert. Implementert med belastede transduserelementer 30 blir et elektrisk ledende materiale 32 med tung masse (f.eks. wolfram) brukt når lederen 37 er plassert langs de ytre overflatene til de belastede transduserne 30. Andre

utførelsesformer kan være implementert med lederen anordnet mellom transduser-elementene og materialet med tung masse (ikke vist).

Fig. 7 viser en transduserutførelsesform ifølge oppfinnelsen. To uavhengige, bueformede organer 35 ifølge oppfinnelsen er anordnet inne i en fordypning utformet omkring den ytre omkretsen av et rør 13. US-patent nr. 6.788.065 beskriver forskjellige rør uformet med fordypninger og skjermkonfigurasjoner som kan brukes til å implementere utførelsesformer av oppfinnelsen. Organene 35 danner hver halvparten av den sylindriske omdreiningsflaten som omgir røret 13. Ledninger fra organene 35 er ikke vist for å tydeliggjøre illustrasjonen. Vanlig fagkyndige på området vil forstå at de elektriske ledningene (henvisningstall 39 på fig. 6) fra organene 35 kan være koplet, direkte eller indirekte, til en elektrisk kilde via en lang rekke konvensjonelle anordninger. De to uavhengige, bueformede organene 35 gir mange fordeler fremfor konvensjonelle kilder i form av en enkelt enhet. De individuelle organene 35 letter montering, feilsøking, reparasjon og utskifting av transduseranordningen.

Fig. 8 viser et tverrsnitt gjennom én av transduserne som er anordnet på røret 13 på fig. 7. Det forseglede, bueformede organet 35 er plassert ved siden av rørets 13 ytre overflate med overflaten til det ubelastede transduserelementet 30 eksponert for å utsende akustisk energi i et bredt frekvensområde når det aktiveres som en kilde. Det kombinerte tunge materialet 32 og det høyfølsomme transduserelementet 30 bidrar til å minske vibrasjoner i røret og forbedre lyddireksjonaliteten. Plasseringen av det belastede elementet 30 ved siden av røret 13 som vanligvis er av metall, forbedrer lyddireksjonaliteten ved å reflektere noe av den akustiske energien bort fra røroverflaten slik at den kombineres med den akustiske energien som utsendes fra den ytre overflaten til elementet 30. Denne dempningen av akustisk energi som forplanter seg i retning av røret 13, minsker eksiteringen av såkalte "verktøymodi".

Transduserutførelsesformer ifølge oppfinnelsen kan implementeres med flere bueformede organer anordnet omkring et rør. Fig. 9 viser en oversiktsskisse med fire individuelle bueformede organer 35 ifølge oppfinnelsen, der hvert danner en kvadrant i en sylindrisk omdreiningsflate, anbrakt omkring et rør 13. Ledere og transduserelementer er ikke vist på alle figurene for å tydeliggjøre illustrasjonen.

De bueformede transduserne ifølge oppfinnelsen kan også være elektrisk konfigurert for å tilveiebringe separat og tidsstyrt eksitering eller mottakelse fra delsett av transduserelementene på et hvilket som helst bueformet organ. Fig. 10 viser et bueformet organ 35 ifølge oppfinnelsen projisert som en todimensjonal
 5 eller plan overflate internt konfigurert med et ytterligere sett ledere slik at transduserelementene på side A er elektrisk isolert fra transduserelementene på side B.

Fig. 11 viser to bueformede transdusere i likhet med de som er vist å fig. 10, ved siden av hverandre for å danne en sylindrisk omdreiningsflate. Implementert som en kilde på et brønnhullsrør, kan transduserelement-delsettene
 10 i de to bueformede organene 35 eksiteres separat i et valgt mønster for selektivt å eksitere et brønnhulls akustiske modi etter ønske. Fig. 11 viser transduserelementene på den venstre eller "A"-side av figuren eksitert samtidig med en polarisering og elementene på den høyre eller "B"-siden eksitert samtidig med motsatt polarisering for å frembringe en dipolmodus-eksitering. Alternativt kan også den
 15 buede transduseren i firekvadrant-utførelsesformen som er vist på fig. 9, brukes til å frembringe de ønskede eksiteringer. Vanlige fagkyndige på området vil forstå at de bueformede transduserne ifølge oppfinnelsen kan drives som kilde for å eksitere akustiske brønnhullsmodi slik som monopol-, dipol-, kvadrupol- og høyere ordens modi. Det vil også bli forstått at de bueformede transduserne kan være
 20 innrettet for å frembringe separate signaler tilknyttet detektert akustisk energi i et valgt mønster eller en valgt tidssekvens.

Fig. 12 viser et annet bueformet organ 35 ifølge oppfinnelsen som internt er utformet med ytterligere sett med ledere slik at transduserelementene på segmentene A, B og C er elektrisk isolert fra hverandre. Ved å eksitere/sette elementene i
 25 et ønsket mønster eller en ønsket tidssekvens, kan en faserettet gruppe med akustisk energi eller akustiske signaler fremskaffes. Transduserutførelsesformen på fig. 12 kan f.eks. være utformet slik at delsettet med elementer 30 i seksjon A blir eksitert eller satt i stand til å motta ved tiden T1, delsett B ved tiden T2 og delsett C ved tiden T3. Vanlig fagkyndig på området vil forstå at konvensjonell elektronikk
 30 og konvensjonelle prosessoranordninger kan forbindes med de bueformede transduserne for å oppnå disse funksjonene, som kjent på området.

Andre transduserutførelsesformer av oppfinnelsen kan implementeres med bueformede metallorganer. Fig. 13 viser en oversikt i tverrsnitt gjennom et bueformet metallorgan 35. Organet 35 kan være laget av et hvilket som helst egnet met-

all (f.eks. aluminium, rustfritt stål). Et elektrisk ledende metall blir foretrukket slik at organet 35 selv kan brukes som en leder for å levere spenningen til transduserelementene 30. Transduserelementene 30 kan være festet til metallorganet 35 ved å bruke et ledende klebemiddel, eller de kan ganske enkelt

5 være omsluttet i stedet av overstøpningen 40 som brukes til å forsegle transduseren. Elementene 30 kan være anordnet på et metallorgan 35 med glatt overflate eller i hulrom eller fordypninger utformet i metallorganet 35 (ikke vist). Et hvilket som helst egnet ikke-ledende materiale 40 kan brukes til å dekke og forsegle elementene 30 som beskrevet ovenfor. Med et ledende organ 35 blir det

10 bruk en elektrisk ledning 39 til å forbinde organet med en elektrisk kilde. Som beskrevet ovenfor er en ledning 37 anordnet over den ytre overflaten til elementene 30 for å forbinde dem elektrisk i parallell. Utførelsesformer med et ikke-ledende, bueformet metallorgan kan implementeres ved å bruke en annen leder til å fremskaffe spenning til transduserelementene som er beskrevet her. Et

15 metallorgan 35 med transdusere tilveiebringer den ønskede akustiske energidempningen og forbedrer lyddireksjonalitet uten å bruke belastede elementer 30. De metalliske transduserutførelsesformene ifølge oppfinnelsen kan være anordnet på rør på samme måte og med samme utforming som beskrevet i forbindelse med de ikke-metalliske utførelsesformene.

20 Den bueformede transduseren ifølge oppfinnelsen kan være anordnet for å omslutte hele omkretsen til et rør 13, som vist på fig. 7 og fig. 9, for å omslutte spesielle sektorer eller i forskutte, asimutale sektorer langs rørets langsgående akse (ikke vist). Den bueformede konstruksjonen ifølge de beskrevne transduserne muliggjør plassering av disse på rør med større eller mindre diametre. I

25 motsetning til konvensjonelle akustiske transdusere (f.eks. de som benytter oljekompensasjon), gjør den kompakte og væskefrie utførelsesformen av de diskuterte transduserne dem i stand til å bli montert og fastholdt på en rørlledning ved å bruke ethvert egnet middel som er kjent på området. Implementert i kabelinstrumenter eller andre anvendelser hvor slitasje ikke er en kritisk faktor,

30 kan f.eks. transduserne ganske enkelt være belagt med en egnet forbindelse i et hulrom i røret (ikke vist) siden de er vanntett forseglet.

Fig. 14 viser en generell, skjematisk utforming av en elektronikkmodul 100 som kan være forbundet med en bueformet transduser-utførelsesform 35 ifølge oppfinnelsen. Modulen 100 innbefatter et forforsterkertrinn 101, et filtertrinn 102,

en analog/digital-omformer (ADC) 103 og et kraftforsterkertrinn 106. Modulen 100 er vist forbundet med en n-til-1-multiplekserenhet (MUX) 104 innrettet for å slippe gjennom "n" signaler til en kanal for utmating gjennom ledning 105. En bryter 108 forbundet med den buede transduseren 35, vendes mellom posisjon 1 og posisjon

5 2. I posisjon 1 er transduserelementene 35 aktivert av kraftforsterkertrinnet 106 og transduseren er implementert som en kilde. En flerfasespenning kan påtrykkes transduserne ifølge oppfinnelsen. Med bryteren eller venderen 108 i posisjon 2, mottar forsterkertrinnet 101 de analoge, akustiske energisignaldataene som er detektert av elementet eller elementene for behandling gjennom modulen 100 for

10 å implementere en mottaker. En liten pakke- og laveffekts elektronikk-modul 100 minimaliserer kraftforbruk og forbedrer støyreduksjon siden digitale signaler er renere enn analoge signaler. De digitaliserte signaldataene kan også rutes over store avstander for ytterligere behandling fri for uønsket støy om nødvendig.

Transduserne 35 med dobbelt formål (dvs. kilde og sensor) ifølge

15 oppfinnelsen muliggjør pulsekko-målinger. Som kjent på området kan målingen av toveis forplantningstid for et pulsekko-signal reflektert fra brønnhullsveggen, brukes til å bestemme brønnhullsgeometrien, slik som dets radius. Ved å bruke en elektronikkmodul 100 kan transduserne koples mellom to modi for å frembringe pulsekko-målingene i brønnhullet. De målte akustiske signaldataene kan

20 behandles ved å bruke konvensjonelle teknikker som er kjent på området.

Som kjent av fagkyndige på området er rør konstruert for brønnhullsbruk, i tillegg til ekstreme temperaturer og trykk, utsatt for et rugøst og slpende brønnhullsmiljø hvor formasjonsborkaks lett kan skade apparaturen. Brønnhullsbetingelser blir etter hvert mer ugunstige jo større dybdene blir, noe

25 som forsterker forringelsen av eksterne eller eksponerte komponenter. Utmattingsbelastning (f.eks. bøyning og rotasjon av rørene i LWD-operasjoner) blir en oppgave under boringsoperasjoner. Det vises til fig. 15 hvor én eller flere skjerm 44 også kan være plassert på røret 13 for å dekke og beskytte de bueformede transduserne. Skjermene 44 kan være laget av metall,

30 plastforbindelser (f.eks. PEEK™) eller hvilke som helst egnede materialer som er kjent på området. Skjermen eller skjermene 44 kan være montert på røret 13 ved å bruke festeanordninger (f.eks. skruer) eller hvilke som helst midler som er kjent på området. Fig. 16 viser en oversiktsskisse av en brønnhulls-anordning som omfatter et rør 13 utstyrt med fire bueformede

organer 35 ifølge oppfinnelsen. Røret 13 er også utstyrt med fire individuelle skjermer 44A, 44B, 44C, 44D som dekker de fire buede transduserne.

Skjermene 44 er fortrinnsvis utformet med åpninger (dvs. hull eller slisser) for å tillate passasje av borehullsfluider inn i rommet mellom skjermen eller skjerm-
 5 ene og det ene eller flere buedeformede organene 35. Fig. 17 viser en utførelsesform av oppfinnelsen som innbefatter fire uavhengige skjermer 44A, 44B, 44C, 44D anordnet på et rør for å omgi de buedeformede organene 35 som beskrevet på fig. 16. Som vist på fig. 17 for illustrasjonsformål, kan åpningen eller
 10 åpningene 46 være utformet på forskjellige steder på skjermene 44. Skjermen 44A er utformet med to åpninger 46 dannet nær de øvre og nedre kantene. Skjerm 44B er utformet med åpninger 46 dannet ved de øvre og nedre kantene. Skjerm 44C er utformet med en åpning 46 dannet i midten. Skjerm 44D er utformet med halvmåneformede åpninger 46 utformet på sidekantene. De buedeformede transduserne er ikke vist på fig. 17, for å tydeliggjøre illustrasjonen.

15 Alternative utførelsesformer kan utformes ved å bruke en skjerm i ett stykke til å dekke de buedeformede transduserne og/eller med åpningsfrie skjermer (se fig. 15). Skjermen eller skjermene kan være montert på røret 13 ved å bruke et hvilket som helst egnet middel som er kjent på området. Som nevnt ovenfor kan signal/ kraft-forbindelser med de buedeformede organene i henhold til oppfinnelsen
 20 være implementert ved å bruke forskjellige velkjente teknikker. Ytterligere ønskede komponenter (f.eks. elektronikk, telemetrianordninger, lagringsanordninger, osv.) kan også implementeres med utførelsesformer av oppfinnelsen, som kjent på området.

En prosess for utplassering av en akustisk transduser ifølge oppfinnelsen
 25 på et rør, innbefatter å anbringe et buetformet organ på utsiden av røret, hvor det buedeformede organet er utformet uavhengig i forhold til røret og har et antall akustiske transduserelementer anordnet som danner rader. Det buedeformede organet er anordnet med ledere for å tilveiebringe en spenning til transduserelementene og dekket med et tetningsmateriale for å implementere en
 30 væskefri enhet.

En annen prosess for utplassering av en akustisk transduser ifølge oppfinnelsen på et rør, innbefatter å anbringe et buetformet metallorgan på utsiden av røret, hvor det buedeformede organet er utformet uavhengig i forhold til røret og

har minst ett påmontert transduserelement. Det bueformede metallorganet er dekket med et forseglingsmateriale for å implementere en væskefri enhet.

Fig. 18 viser en annen utførelsesform av oppfinnelsen. En bueformet transduser ifølge oppfinnelsen er montert i en brønnhulls-anordning 90 anordnet i et brønnhull 12 som gjennomskjærer en grunnformasjon. Det bueformede organet 35 er lokalisert i en grunn fordypning på røret 13, og en skjerm 44 er montert over transduseren som beskrevet her. Røret 13 innbefatter også en elektromagnetisk antenne 91 med flere akser for undergrunnmålinger og elektronikk 92, 93 med passende kretser. En rekke konvensjonelle akustiske sensorer 94 er også montert på røret 13, som kjent på området. Røret 13 er vist opphengt i brønnhullet 12 i en loggekabel 95 i tilfelle av et kabelsystem, eller en borestreng 95 i tilfelle av et system for logging-under-boring. Med en kabelanvendelse blir røret 13 hevet og senket i brønnhullet 12 ved hjelp av en vinsj 97 som blir styrt av overflateutstyr 98. Loggekabelen eller borestrengen 95 innbefatter ledere 99 som forbinder brønnhullselektronikken 92, 93 med overflate utstyret 98 for signal- og styrings-kommunikasjon. Alternativt kan disse signalene behandles eller registreres i røret 13, og de behandlede dataene kan overføres til overflateutstyret 98 som kjent på området. En hvilken som helst av de bueformede transduserutførelsesformene ifølge oppfinnelsen kan være montert på konvensjonelle rør som beskrevet her. Konvensjonell elektronikk, forbindelseskomponenter og koplingsanordninger kan brukes til å implementere de buede transduserne ifølge oppfinnelsen på måle- og kommunikasjons-anordningen, som kjent på området.

Vanlig fagkyndige på området vil forstå at foreliggende oppfinnelse kan anvendes i forbindelse med og kan implementeres i et hvilket som helst område hvor akustiske transdusere blir brukt; den er ikke begrenset til rørrelaterte undergrunnsanvendelser. Det vil også bli forstått at de beskrevne transduserne ikke er begrenset til operasjon innenfor en spesiell frekvens eller et spesielt frekvensområde. Utførelsesformer kan også implementeres med transduserelementer utformet i andre former og dimensjoner foruten rektangulære elementer.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for fremstilling av en akustisk transduser for bruk på et rør (13), k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter:
 - 5 å anbringe et bueformet organ (35) utformet som en sektor av en sylindrisk omdreiningsflate på røret;
 - å anbringe et antall akustiske transduserelementer (30) på organet for å motta eller utsende akustisk energi, idet det bueformede organet er konfigurert for å tilveiebringe elektrisk spenning til elementene;
 - 10 å konfigurere en første elektrisk leder (37) i kontakt med første plane overflater av transducerelementene;
 - å konfigurere en andre elektrisk leder (37) i kontakt med andre plane overflater av transducerelementene;
 - transducerelementene på de første plane overflater er elektrisk isolert fra
 - 15 transducerelementene på de andre plane overflatene;
 - å konfigurere et delsett av antallet transduserelementer anordnet på organet for aktivering med en elektrisk spenning med forskjellig polaritet i forhold til et annet element anordnet på dette; og
 - å forsegle organet og transducerelementene for å danne en væskefri
 - 20 akustisk transduser,
 - hvor røret har en ytre overflate konfigurert for kontakt med brønnhullsmiljø, og den akustiske transduseren er konfigurert for plassering rundt den ytre overflaten av røret i kontakt med brønnhullsmiljø.
 - 25 2. Akustisk transduser for bruk på et rør for undergrunns anbringelse, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter:
 - et bueformet organ (35) utformet som en sektor av en sylindrisk omdreiningsflate for anbringelse på røret;
 - et antall akustiske transduserelementer (30) anordnet på organet for å
 - 30 motta eller utsende akustisk energi;
 - det bueformede organet er konfigurert for å tilveiebringe elektrisk spenning til elementene;
 - en første elektrisk leder (37) i kontakt med første plane overflater av transducerelementene;

en andre elektrisk leder (37) i kontakt med andre plane overflater av transducerelementene;

transducerelementene på de første plane overflater er elektrisk isolert fra transducerelementene på de andre plane overflatene;

- 5 et delsett av antallet transduserelementer anordnet på organet konfigurert for aktivering med en elektrisk spenning med forskjellig polaritet i forhold til et annet element anordnet på dette; og

idet organet og transducerelementene er forseglet for å danne en væskefri akustisk transduser,

- 10 hvor røret har en ytre overflate konfigurert for kontakt med brønnhullsmiljø, og den akustiske transduseren er konfigurert for plassering rundt den ytre overflaten av røret i kontakt med brønnhullsmiljø.

3. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet er innrettet for
15 plassering rundt den ytre overflaten til et rør (13).

4. Transduser ifølge krav 2, hvor de akustiske transducerelementene er innrettet for å utsende akustisk energi.

- 20 5. Transduser ifølge krav 2, hvor de akustiske transducerelementene er innrettet for å motta akustisk energi.

6. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet er dannet av et hovedsakelig ikke-ledende materiale.

25

7. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet videre omfatter et materiale med tung masse anordnet ved siden av minst ett transducerelement for å dempe forplantning av akustisk energi nær en konkav overflate av det bueformede organet.

30

8. Transduser ifølge krav 7, hvor materialet med tung masse består av wolfram.

9. Transduser ifølge krav 7, hvor materialet med tung masse er elektrisk ledende.
10. Transduser ifølge krav 2, hvor de første og andre elektriske ledere hver
5 omfatter en serie av elektriske ledere som danner et maskelag.
11. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet er konfigurert til å tilveiebringe et delsett av transduserelementene anordnet på dette med elektrisk spenning i en tidsstyrt sekvens.
- 10
12. Transduser ifølge krav 2, som omfatter to bueformede organer, idet hvert organ danner en halv sylindrisk omdreiningsflate for anbringelse på røret og som har et antall akustiske transduserelementer (30) anordnet på dette for selektiv aktivering for å motta eller utsende akustisk energi.
- 15
13. Transduser ifølge krav 2, som omfatter fire bueformede organer, idet hvert organ danner en kvadrant av en sylindrisk omdreiningsflate for anbringelse på røret og som har et antall akustiske transduserelementer (30) anordnet på dette for selektiv aktivering for å motta eller utsende akustisk energi.
- 20
14. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet er konfigurert til å forsyne transduserelementene (30) anordnet på dette med en elektrisk flerfasespenning.
- 25 15. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet er elektrisk ledende.
16. Transduser ifølge krav 2, hvor det bueformede organet tilveiebringer en første elektrisk spenning til første plane overflater av transduserelementene anordnet på dette og en elektrisk leder tilveiebringer en andre elektrisk spenning til
30 andre plane overflater av transduserelementene anordnet på dette.
17. Transduser ifølge krav 2, hvor transduseren er konfigurert til å operere i monopol-, dipol- eller kvadrupolmodus.

18. Transduser ifølge krav 2, hvor transduseren er konfigurert for plassering rundt den ytre overflaten av et kabelrør.

19. Transduser ifølge krav 2, hvor transduseren er konfigurert for plassering
5 rundt den ytre overflaten av et under-boring-rør.

10

15

20

25

30

1/11

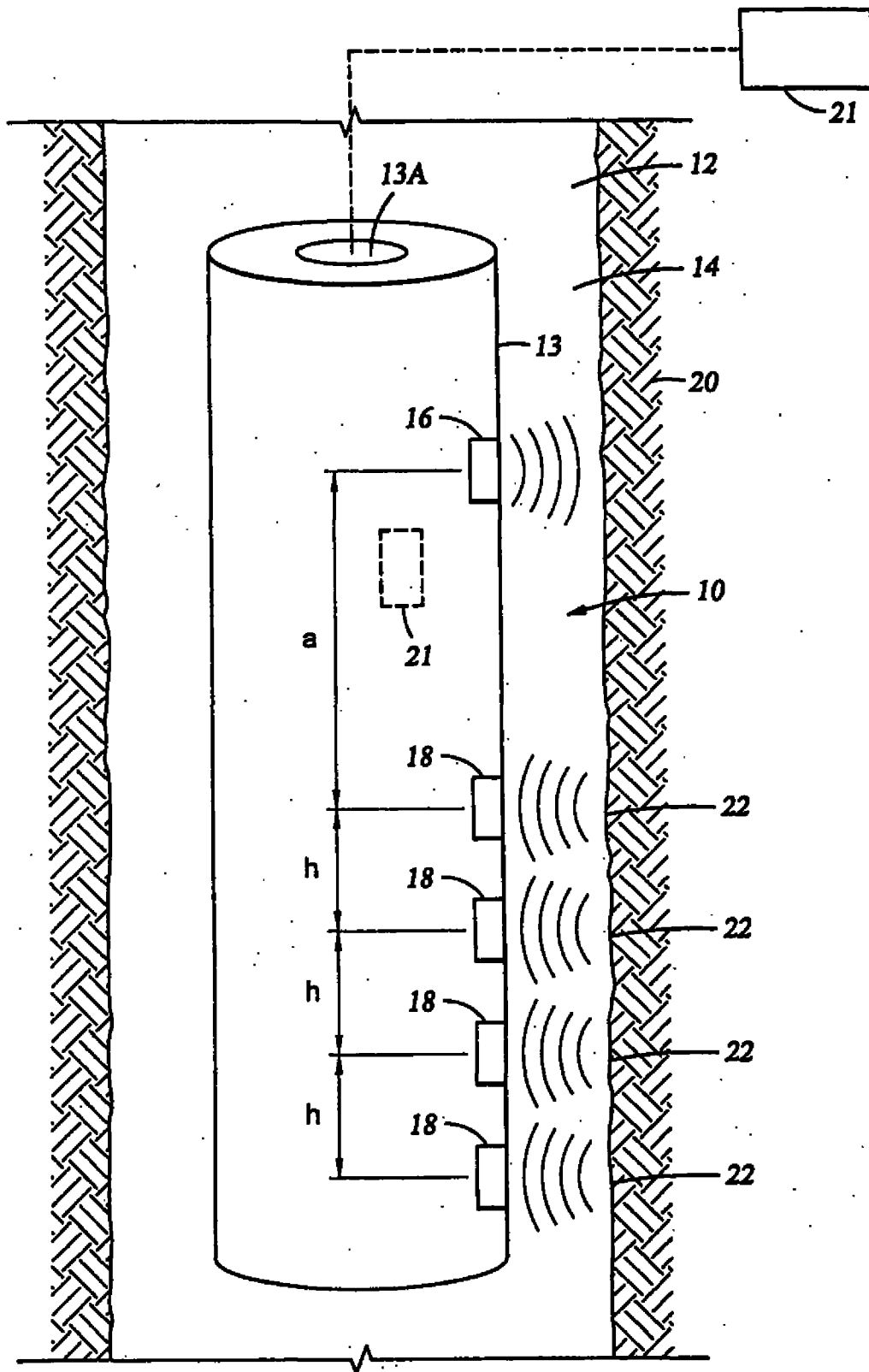


Fig. 1
(KJENT TEKNIKK)

2/11

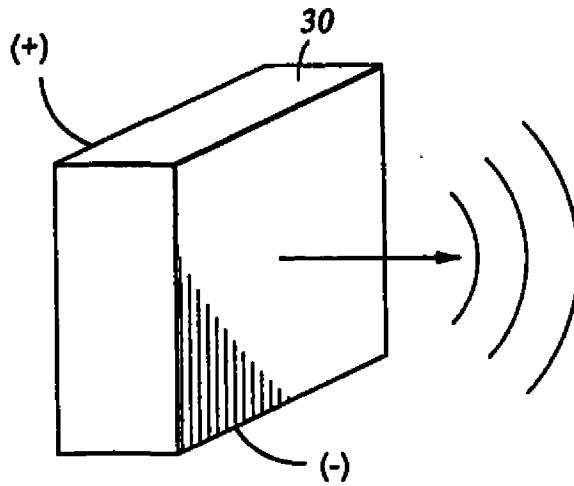


Fig. 2A
(KJENT TEKNIKK)

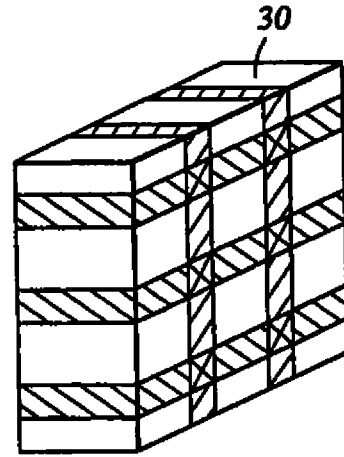


Fig. 2B
(KJENT TEKNIKK)

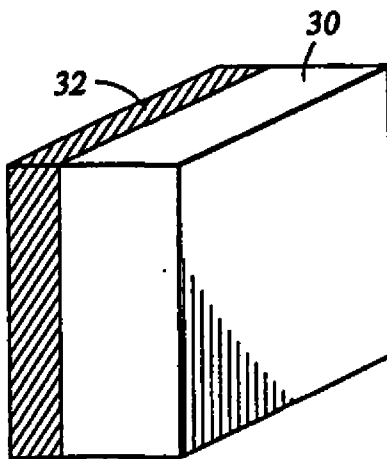


Fig. 3A

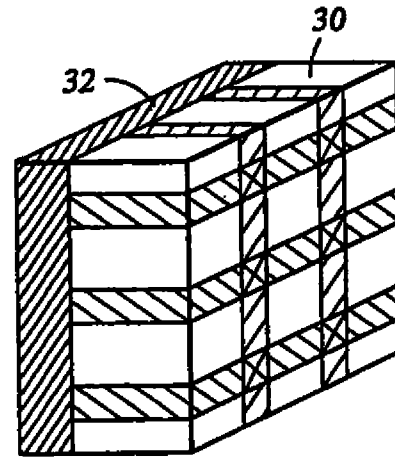
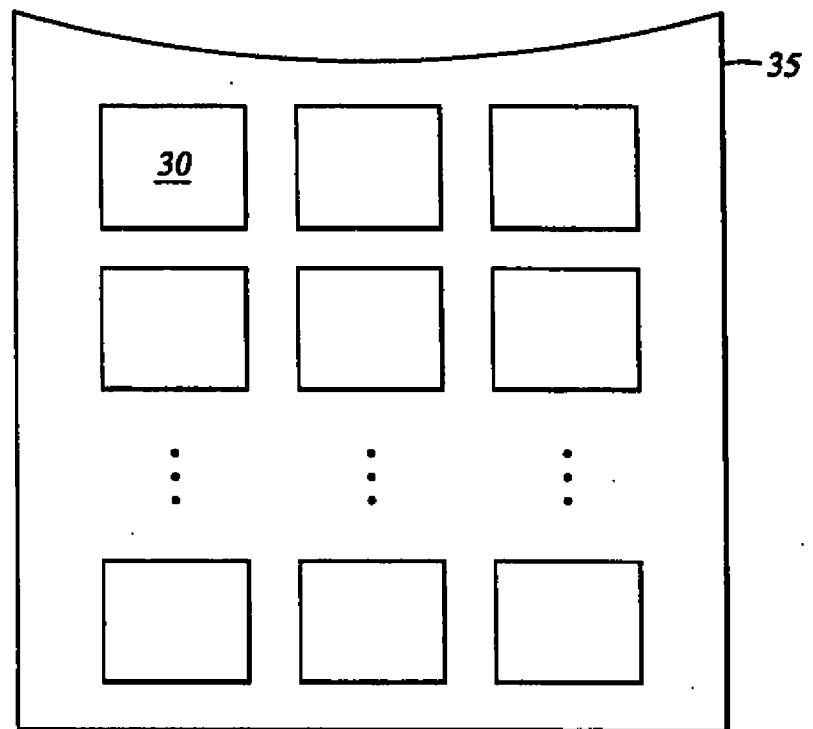
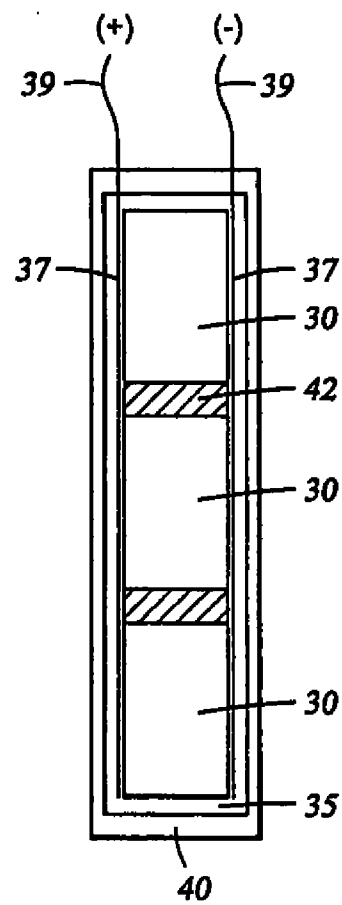
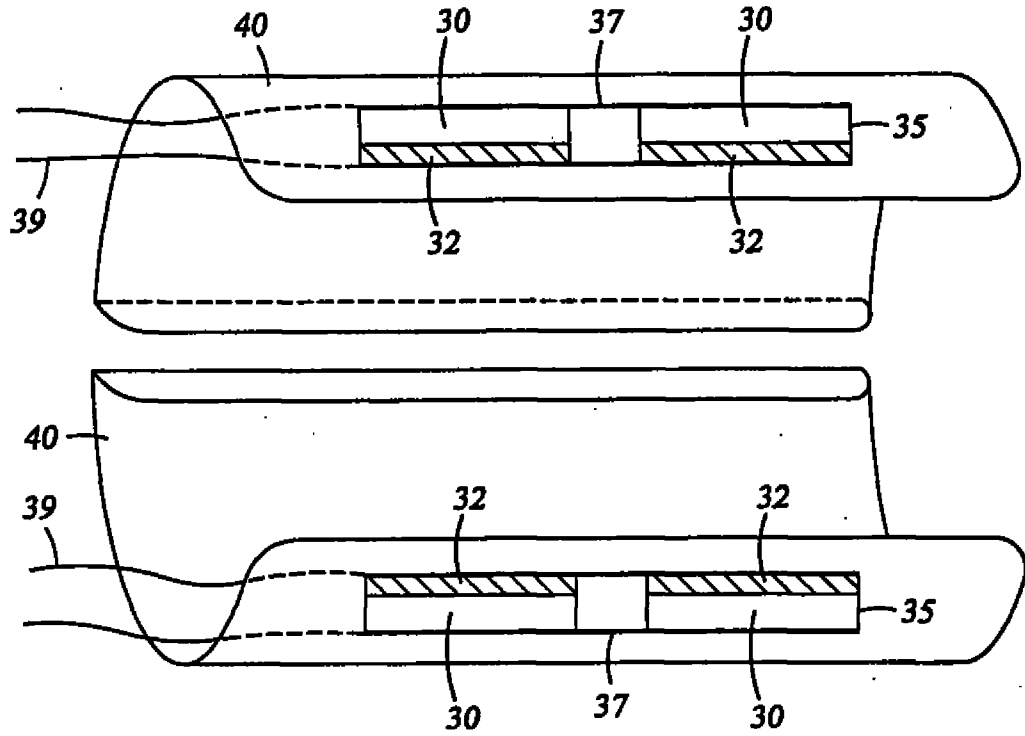
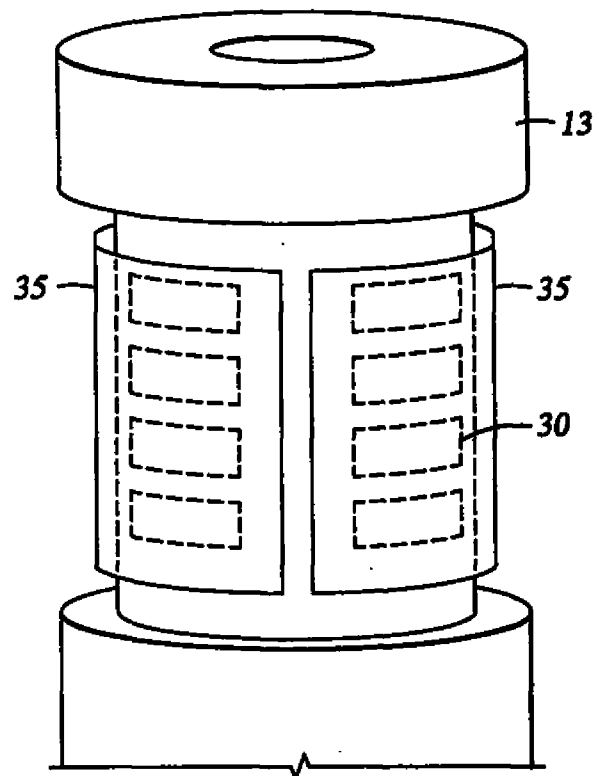


Fig. 3B

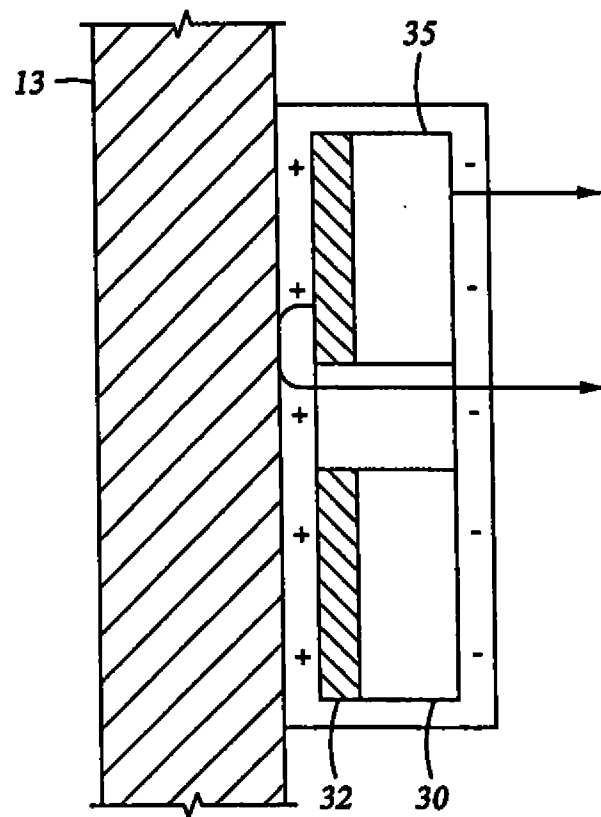
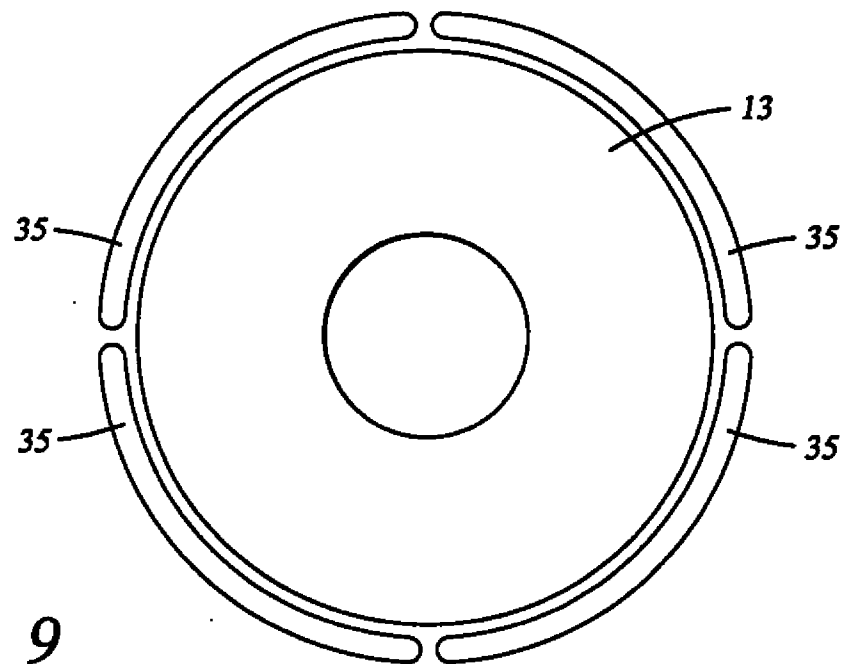
3/11

Fig. 4*Fig. 5*

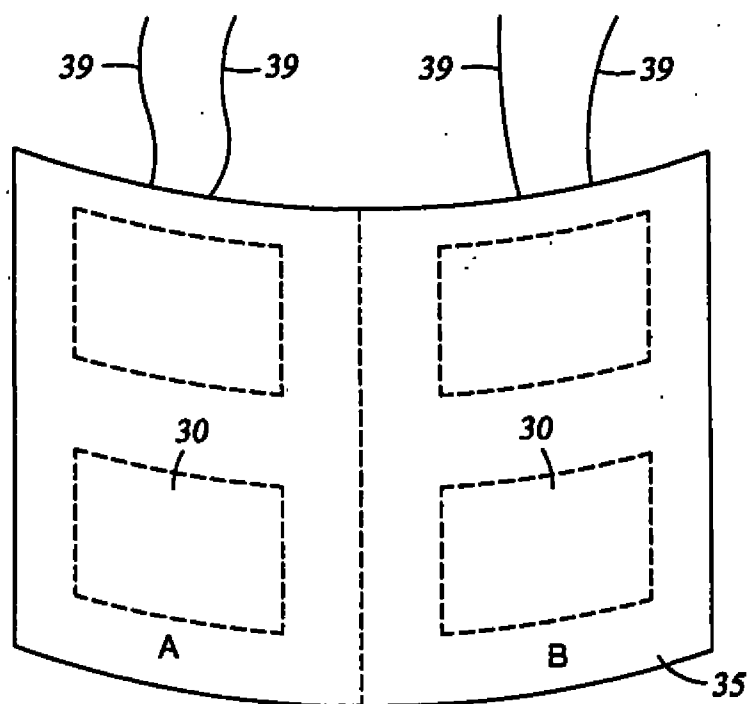
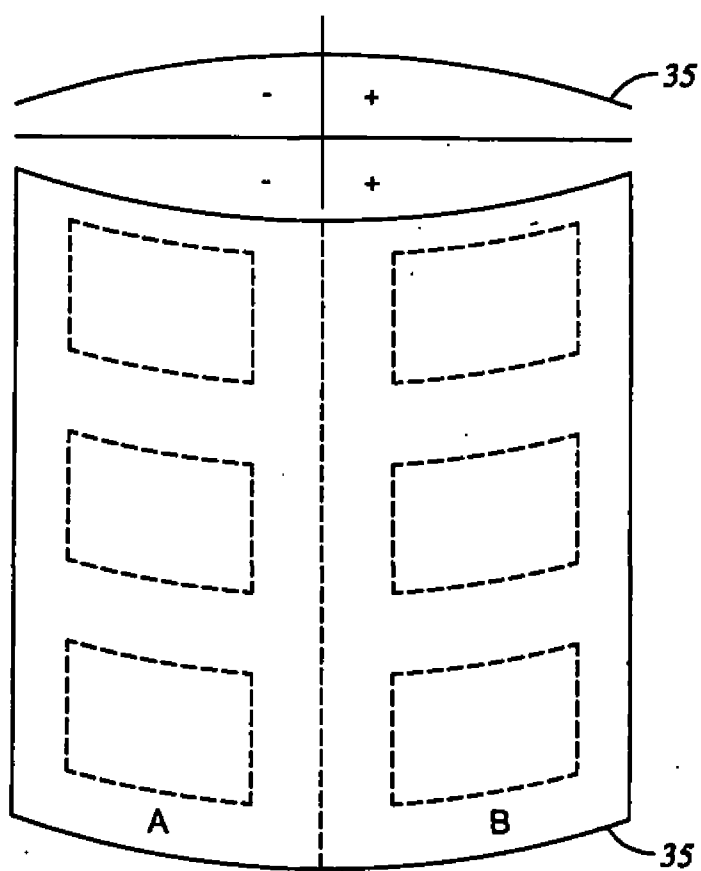
4/11

*Fig. 6**Fig. 7*

5/11

Fig. 8*Fig. 9*

6/11

Fig. 10*Fig. 11*

7/11

Fig. 12

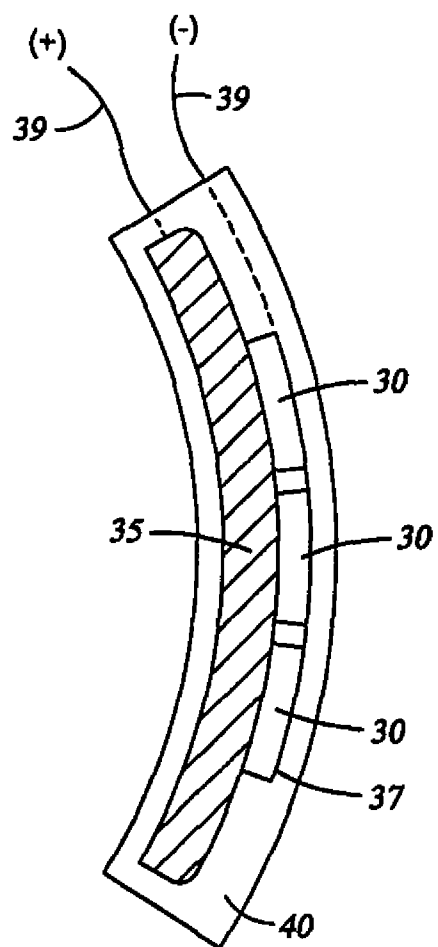
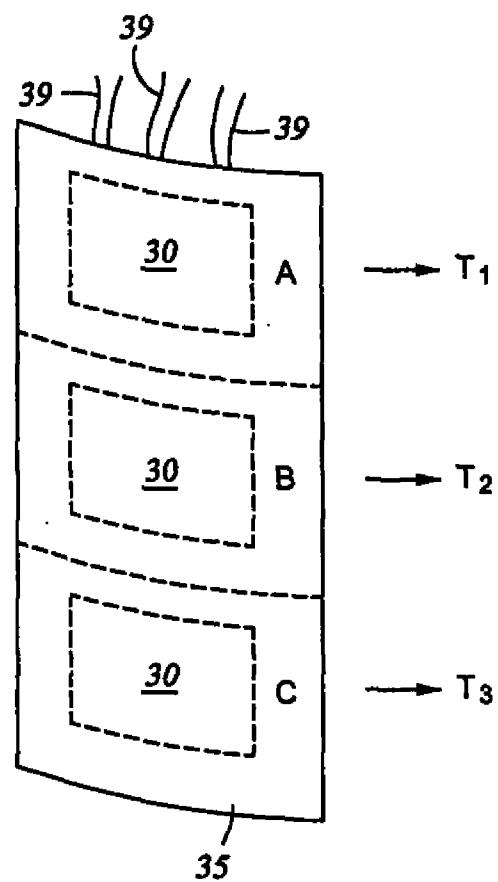
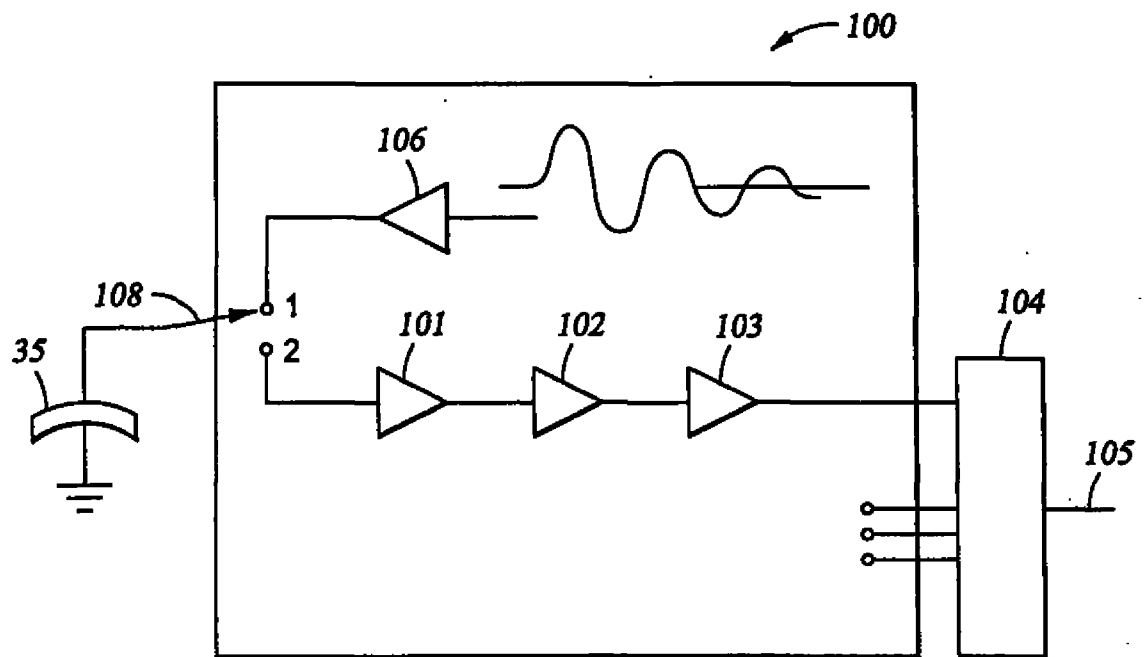
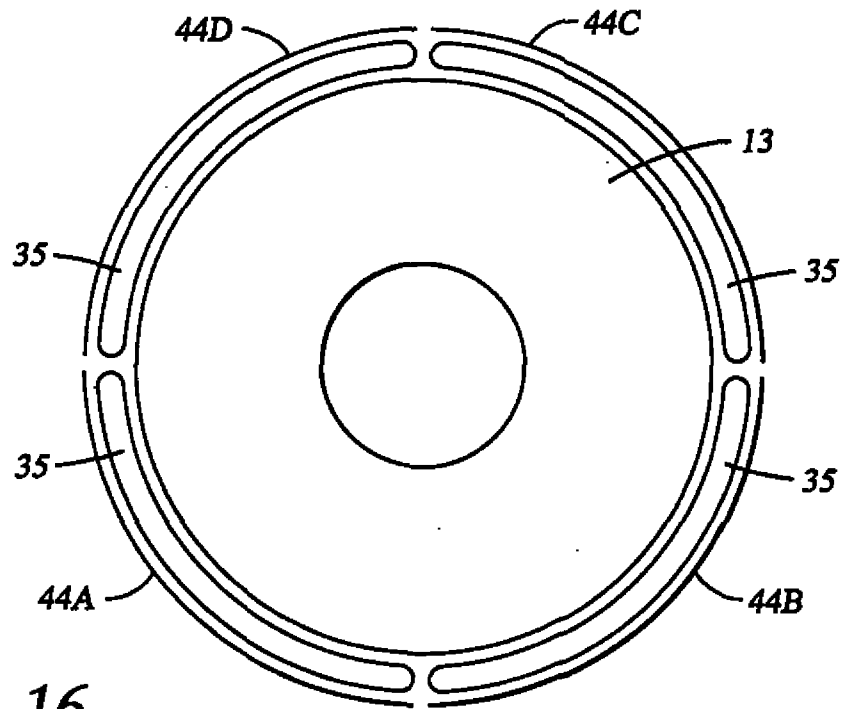
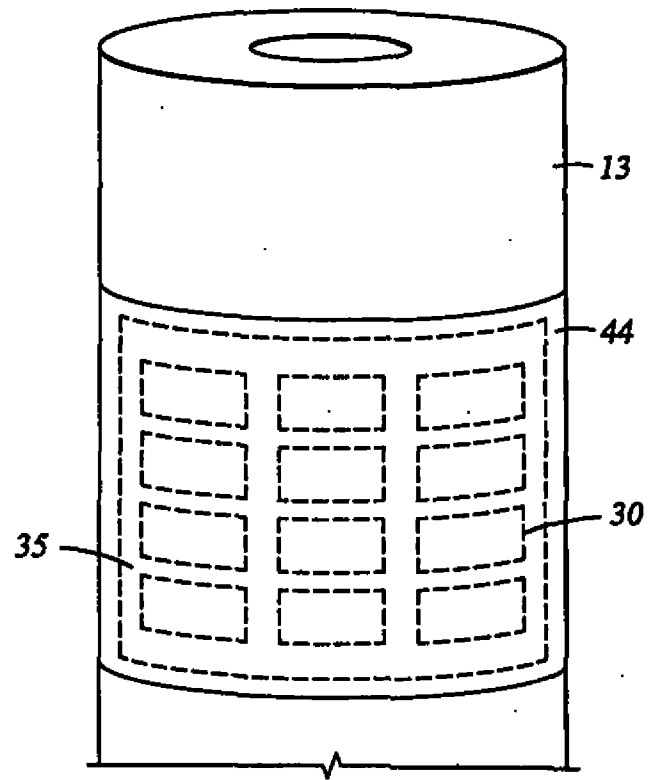


Fig. 13

8/11

*Fig. 14*

9/11

Fig. 15*Fig. 16*

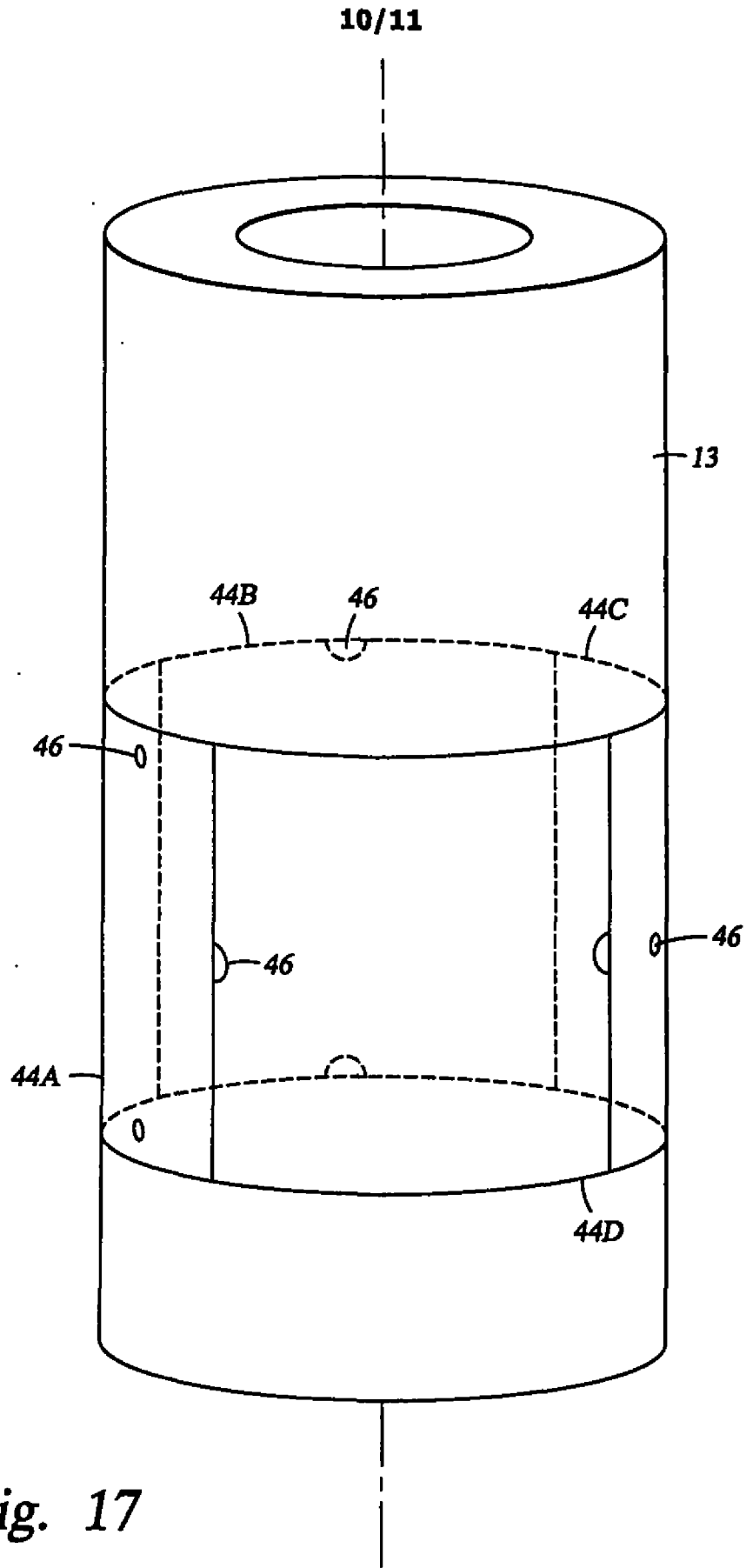


Fig. 17

11/11

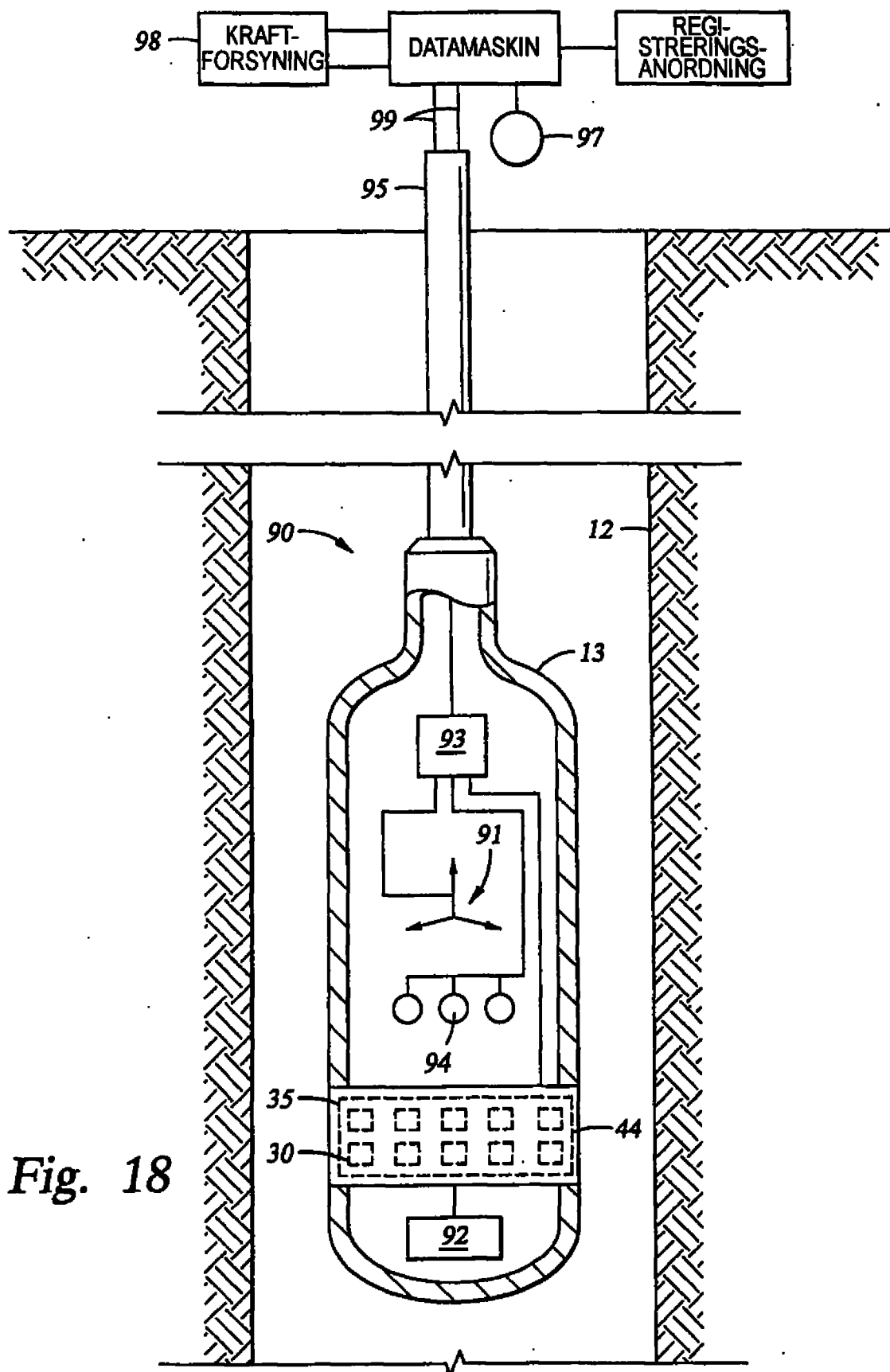


Fig. 18