



(12) PATENT

(19) NO

(11) 330014

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

G01L 9/08 (2006.01)

G01V 1/40 (2006.01)

E21B 47/06 (2006.01)

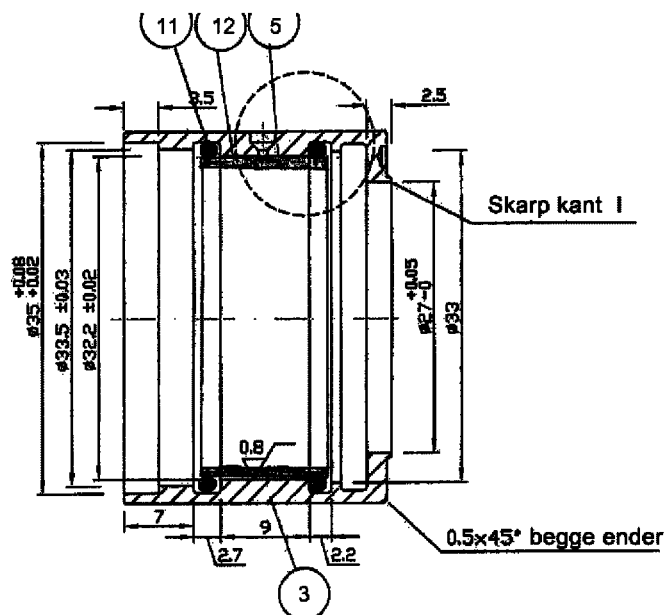
H01L 41/08 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20092429	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2009.06.25	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2009.06.25	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2010.12.27		
(45)	Meddelt	2011.02.07		
(73)	Innehaver	Sinvent AS, Postboks 4764 Sluppen, 7465 TRONDHEIM, Norge		
(72)	Oppfinner	Truls Fallet, Rosenborggata 22, 0356 OSLO, Norge Per Schjølberg-Henriksen, Rugdeveien 6, 0778 OSLO, Norge		
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge		

(54)	Benevnelse	Sensorenhet for et loggingsverktøy samt et loggingsverktøy med minst to sensorelementer
(56)	Anførte publikasjoner	US 5357486 A, US 4932003 A, CN 2281414 Y
(57)	Sammendrag	

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en dynamisk trykksensorenhet (5A) for et loggingsverktøy for hydrokarbonbrønner med et piezoelektrisk element (5) i en sensorhylse (3). Det piezoelektriske elementet (5) er et rørformet element med en innvendig og en utvendig diameter. Sensorhylsen (3) har et indre sylindrisk område med en innvendig diameter som er større enn den utvendige diameter av det rørformede piezoelektriske elementet (5). Det piezoelektriske elementet (5) befinner seg i det indre sylindriske området av sensorhylsen (3). Et gap (12) med en spalte-tykkelse er dannet mellom sensorhylsen (3) og det piezoelektriske elementet (5). Spalten er fylt med en støyovertførende væske.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en dynamisk trykksensorenhet for et loggingsverktøy og et loggingsverktøy med minst to sensorenheter posisjonert i en forhåndsbestemt avstand derimellom. Den dynamiske trykksensorenhet er støyregistrerende verktøy for registrering eller logging av nivå, spektralfordeling og retninger til lyd i en brønn. Signaler fra enheten kan overføres eller lagres på egnede lagringsmedia som representative tidsserier over spesifiserte tidsintervaller for sanntids eller forsinket analyse når loggingen har blitt gjennomført og verktøyet er hentet opp. Den dynamiske trykksensorenhet er laget som en hydrofon, særlig tilpasset til det høye statiske trykk i en brønn, og til å registrere et bredt frekvensresponsområde med spesiell oppmerksomhet mot frekvenser under 100 Hz. Et loggingsverktøy kan brukes med én eller flere innebygde sensorenheter. Fordelen ved å bruke to eller flere sensorenheter plassert i en avstand fra hverandre, er at tidsseriene mellom de to eller alle sensorene kan korreleres for å bestemme forplantningsretningen, i tillegg til spektralfordeling og størrelsen av lydsignalene. Den foreliggende oppfinnelse løser utfordringen med å oppnå høy sensitivitet (μPa) under tilstander med statisk trykk i området opp til 10^8 Pa.

Kjent teknikk

Et akustisk transduserverktøy til bruk i nedihulls anvendelser er vist i US 6,147,932. Verktøyet inkluderer en enkelt sylindrisk stamme som inkluderer en skulder som definerer grensen for et smalt parti over hvilket det er plassert en piezoelektrisk transduseranordning av sandwich-typen. Transduseren av sandwich-typen omfatter to sylindriske varmeutvidelseskompensatorer og en stabel av skiveformede piezoelektriske elementer posisjonert mellom kompensatorene. Transduseren av sandwich-typen inkluderer således en hul sylindrisk komponent som inkluderer både en indre og ytre ringformet overflate, så vel som første og andre kanter, én på hver ende av komponenten. Transduseren av sandwich-type er posisjonert over det smalere parti av stammen, slik at dens første kant flukter mot stammens skulder.

En piezoelektrisk keramisk transduseranordning for en bredbånds støy-målende hydrofon er vist i US 3,947,802. Transduseren inkluderer to konsentriske piezoelektriske sylindere forsynt med endehetter tett av o-ringer. Én av sylindrene er polarisert i omkretsretningen, og den andre er polarisert i lengderetningen.

En marin hydrofon med piezoelektriske ringer er vist i US 3,660,809. Ringene er radialt polarisert og er plassert konsentrisk i et sylindrisk rør.

5 US 5,357,486 beskriver en piezoelektrisk filmstrimmel som er viklet en flerhet av ganger rundt en fleksibel inert stamme som har avstandskrager på hver ende. Den filmviklede stamme er hermetisk tettet inne i en hul, stiv inert sylinder. Elektroder tilveiebringer elektrisk kommunikasjon med filmstrimmelen som danner det aktive element i transduseren. Variasjoner i hydrodynamisk trykk bøyer filmstrimmelen i strekk for å generere en spenning.

10 US 4,932,003 beskriver et apparat omfattende et hus tilpasset til å heves og senkes inn i en brønn, signalgenererende midler i huset for overføring av en kvadrupol skjærbølge inn i jordformasjonen som omgir brønnen, og signal-detekterende midler i huset i avstand i lengderetningen langs brønnen fra de signalgenererende midler for detektering av ankomsten av slik kvadrupol skjærbølge. Det kan brukes en konvensjonell, piezoelektrisk detektor av hul, 15 sylindrisk type.

CN 2281414 vedrører en piezoelektrisk akustisk transduser som brukes for brønner og gruver som inneholder væsker og rørledninger. Den piezoelektriske akustiske transduser utgjøres av en øvre kontaktdel, en lydgivende legemedel og en nedre kontaktdel. Silikonolje er fylt fullt inn i det lydgivende legeme, idet den 20 ytre del av det lydgivende legeme er forsynt med en stiv ytre hylse, og forbindelsesposisjoner med den øvre kontaktdel og den nedre kontaktdel er tettet med o-formede ringer.

Sammenfatning av oppfinnelsen

25 I sin mest grunnleggende konfigurasjon, kan det støyregistrerende verktøy ifølge oppfinnelsen kun være en sensorenhet med en ringformet piezoelektrisk sensor i en hylse eller et hus, typisk med en sylindrisk form, hvor trykkfluktuasjoner (støy) eller dynamisk trykk resulterer i oscillerende tøyning i huset, og videre i den piezoelektriske sensor. Huset beskytter sensorelementet, mens 30 designen videre kan tilby en mekanisk forsterkning av trykkfluktuasjonene overført til den piezoelektriske sensor. En overføringsvæske i en tettet spalte eller gap mellom sensorhuset og den piezoelektriske sensor, overfører spenningsfluktuasjonene fra huset og til sensoren, uten overføring av statisk trykk på huset

til den piezoelektriske sensor, som forklart nedenfor. Oppfinnelsen er designet til bruk nede i hullet ved høyt statisk trykk. Dette trykk er flere størrelsesordener høyere enn de trykkfluktuasjoner som skal måles. Det er viktig å skjerme sensor-elementet fra de statiske tøyninger på grunn av det høye statiske brønntrykk og varmeutvidelse. Dette kan gjøres med et trykkstyringssystem for det dynamiske trykk eller støyoverførende væske for å hindre trykkfluktuasjoner på det piezoelektriske element når huset utsettes for høye statiske trykk, høye temperaturer, osv.

Trykkstyringssystemet kan ganske enkelt tette spalten mellom sensor-elementet og det ytre hus med o-ringer eller lignende tetninger, og for å tillate disse tetninger å bevege seg i forholdsvis brede innsnitt og således kompensere for væskeutvidelse og kompresjon av det ytre hus når et volum i spalten (væsketvolumet) tillates å forbli mer eller mindre det samme selv når huset komprimeres av det statiske trykk, dvs. opprettholdelse av hovedsakelig det samme trykk i væsken uten hensyn til det statiske trykk den dynamiske trykksensorenhet utsettes for. Hylsen eller huset er tettet og inneholder et kompressibelt fluid, slik at de indre komponenter ikke utsettes for det statiske trykk, og for å tillate den piezoelektriske sensor å operere uforstyrret. Videre er det vanligvis påkrevet at sensoren er elektrisk isolert fra huset, ettersom huset i de fleste tilfeller vil være elektrisk ledende. I de fleste tilfeller, er det ytre hus laget av en høyfast stållegering som er egnet til operasjon nede i hullet. Den elektriske isolasjon mellom komponentene kan være nødvendig for å hindre eventuelle uønskede signaler fra huset, og huset kan være jordet i forhold til elektronikk for behandling av signalet fra sensoren. Overføringsvæsken bør følgelig kombinere lav kompressibilitet og gode isolerende egenskaper, f.eks. vakuum-fyllt silikonolje.

Detaljert beskrivelse av en utførelse

Oppfinnelsen vedrører en dynamisk trykksensorenhet som virker som en støyregistrerende sensorenhet for et loggingsverktøy for hydrokarbonbrønner med et rørformet eller ringformet piezoelektrisk element i en sensorhylse. Det piezoelektriske element kan være metallisert på de krumme overflater på innsiden og utsiden. Sensorhylsen har en indre seksjon med en innvendig diameter som er større enn den utvendige diameter av det ringformede element. Den indre seksjon

kan være sylindrisk, men andre former kan brukes. Det piezoelektriske element befinner seg i det indre sylindriske område av sensorhylsen. En spalte eller gap med en spaltetykkelse er dannet mellom den innvendige diameter av sensorhylsen og den utvendige diameter av det piezoelektriske element. Spalten kan
5 være tettet med o-ringer som enkelt kan bevege seg i aksial retning og således danner et trykkstyringssystem for en støyoverførende væske for å hindre trykkfluktuasjoner på det piezoelektriske element når sensorenheten utsettes for variasjoner i statisk trykk, temperatur, termisk utvidelse av den støyoverførende væske, og så videre. Det piezoelektriske element kan typisk være polarisert i
10 omkretsretningen, ved at de indre og ytre overflater av det ringformede piezoelektriske element er belagt med et elektrisk ledende materiale forbundet til det elektriske kretssystem som mottar signaler fra elementet. Trykkstyringssystemet kan være av enhver design som hindrer en oppbygging av trykk i den støyoverførende væske.

15 Volumet kan være tettet av minst én tetning mellom sensorhylsen og det piezoelektriske element, men de fleste løsninger vil inkludere en tetning på hver side av elementet.

Den minst ene tetning mellom sensorhylsen og det piezoelektriske element kan være en o-ring, men andre tetninger kan klart også brukes.

20 Trykkstyringssystemet for nevnte én støyoverførende væske kan inkludere minst én o-ring plassert i et omkretsinnsnitt i sensorhylsen. Innsnittet må da være dimensjonert til å tillate o-ringen å bevege seg i utsparingen i en aksial retning i forhold til sensorhylsen under opprettholdelse av en tetning mellom sensorhylsen og det piezoelektriske element, hvorved trykk styres ved å tillate o-ringen å justere
25 volumet av den støyoverførende væske i forhold til spaltens tykkelse. I tilfellet med to tetninger, så som o-ringer, må minst ett av innsnittene være dimensjonert til å tillate aksial forflytning av tetningen for å kompensere for variasjonene i innvendig diameter av sensorhylsen, og så videre. Bredden av innsnittet eller innsnittene er diktert av omfanget av bevegelse som er nødvendig for o-ringen eller -ringene for
30 å kompensere for reduksjonen i diameter av hylsen når denne utsettes for trykket nede i hullet, og så videre.

Det rørformede piezoelektriske element er typisk en ring av blyzirkonat-titanat (PTZ) med høy Curie-temperatur for å klare brønntemperaturene, og

væsken kan være silikonolje. Den støyoverførende væske bør fortrinnsvis være inkompressibel, dielektrisk og inert, og innestengt gass bør unngås for å opprettholde de støyoverførende egenskaper.

5 Oppfinnelsen vedrører videre et loggingsverktøy med en første og en annen sensorenhet posisjonert med en forhåndsbestemt avstand derimellom, som beskrevet ovenfor, typisk atskilt en halv meter eller mer. Signaler fra de to enheter kan korreleres i tid og således brukes til å bestemme forplantningsretningen for lyden.

10 Kort beskrivelse av figurene

Fig. 1 er et tverrsnitt av en spesifikk utførelse av et støyregistrerende verktøy i henhold til oppfinnelsen;

Fig. 2a er et utspilt riss av et støyregistrerende verktøy i henhold til oppfinnelsen for sammenstilling i et loggingsverktøy;

15 Fig. 2b er et utspilt riss av et loggingsverktøy i henhold til oppfinnelsen; og

Fig. 3 er et tverrsnitt av loggingsverktøyet på fig. 2 med to sensorenheter i henhold til oppfinnelsen.

Detaljert beskrivelse av utførelser av oppfinnelsen med henvisning til de vedlagte figurer:

20 Fig. 1 viser en spesifikk detalj av en sensorenhet ifølge oppfinnelsen i tverrsnitt. På fig. 1, er den piezoelektriske sensor 5, vist som et kort rørformet element, eller hul sylindrisk hylse, plassert mellom to o-ringer 11 i sensorhylsen 3. En spalte 12 er dannet mellom sensorhylsen 3 og den piezoelektriske sensor 5, og denne spalten 12 er tett av o-ringene 11. Denne spalten er typisk fylt med et tynt lag av silikonolje for å overføre signalene fra utsiden av sensorhylsen 3 til det piezoelektriske element uten å påtvinge statiske laster på den piezoelektriske sensor 5. Spalten vil videre isolere sensorelementet elektrisk fra sensorhylsen 3. Sensorhylsen 3 virker som en trykkbeholder, og den elektriske isolasjon av den piezoelektriske sensor 5 fra sensorhylsen 3 tillater at det brukes en god virtuell jording i sensorelektronikk.

30

Sensorhylsen 3 kan typisk være 27 mm lang, ha en utvendig diameter på 37,3 mm og en innvendig diameter ved lokaliseringen av sensorelementet 5 på 32,12 mm. Sensorelementet 5 kan typisk være 14 mm langt, ha en utvendig

diameter på 32 mm ($-0,02$ mm) og en innvendig diameter på 28 mm. O-ringene 11 kan typisk ha en diameter på 25,12 mm og en tykkelse på 1,78 mm, og kan være plassert i innsnitt med innsnittdybde 1,45 mm, bredde 2,6 mm ved toppen hvor elektriske forbindelser kan foretas, og 2,6 mm ved bunnen. Innsnittbredden er tilstrekkelig til å tillate o-ringene en viss aksial forflytning. Den radiale klaring eller spalten 12 mellom sensorelementet 5 og sensorhylsen 3 uten påført trykk, kan være 0,10 pluss 0,02 mm. Sensorhylsen 3 kan typisk være tilpasset til installasjon i en beholder eller et hus med en utvendig diameter på 43 mm. Oppfinnelsen vil typisk være designet for en maksimum temperatur på 175 °C og maksimum trykk på 1000 bar.

Fig. 2a er et utspilt riss, som viser detaljer ved en sensorenhet 5A i henhold til oppfinnelsen. Sensorenheten 5A inkluderer en piezoelektrisk sensor 5 i en sensorhylse 3. Den piezoelektriske sensor 5 er plassert mellom to stoppringer 6 og 7. En skjermingsring 10 strekker seg inn i den piezoelektriske sensor 5 og er forbundet til en sammenføyningsring 8. Skjermingsringen 10 beskytter det piezoelektriske element.

Fig. 2b er et utspilt riss av et loggingsverktøy i henhold til oppfinnelsen hvor en øvre og en nedre sensorenhet 5A som vist på fig. 1 er inkludert. De viste elementer kan ha et hovedsakelig sirkulært tverrsnitt. Loggingsverktøyet inkluderer et nedre sensorhus 4 og et øvre sensorhus 2. Den øvre sensorenhet 5A er plassert inne i det øvre sensorhus 2. Den nedre sensorenhet 5A holdes inne i det nedre sensorhus 4. En dobbelt hann-adapter 1 er også vist. En sensorledning 16 strekker seg fra den piezoelektriske sensor 5 inne i et varmekrympet rør 17, for forbindelse av den piezo elektriske sensor 5 til egnede kretser.

Fig. 3 er et tverrsnitt av loggingsverktøyet på fig. 2a, fig. 2b, og viser hvordan de forskjellige deler er sammenstilt. Fig. 3 viser klart hvordan de øvre og nedre sensorenheter 5A er installert med en viss avstand derimellom. Sensorenheten 5A er installert i et øvre sensorhus 2 og sensorenheten 5A er installert i et nedre sensorhus 4. Fig. 3 viser videre en kabelholder 9 inne i det nedre sensorhus 4, en dobbelt hann-adapter 1 festet til det nedre sensorhus 4, og en kabel 18 for å forbinde de piezoelektriske sensorer til egnede elektriske kretser. Det øvre sensorhus 2 er forbundet til det nedre sensorhus 4, og de øvre og nedre hus 2, 4 er mekanisk forbundet til sensorhylsene av sensorenhetene 5A, slik at trykkpulsene

overføres til fra husene til de piezoelektriske sensorer i sensorenhetene 5A.

Typiske dimensjoner for komponentene av loggingsverktøyet vist på fig. 3, er som følger. Den dobbelte hann-adapter 1 har en diameter på 43 mm og en lengde på 121,8 mm. Det øvre sensorhus 2 har en øvre diameter på 43 mm og en lengde på 155 mm. Det nedre sensorhus har en diameter på 43 mm og en lengde på 700 mm. Stoppringen 6 har en diameter på 32 mm og er 6 mm tykk. Stoppringen 7 har en diameter på 33 mm og en tykkelse på 5 mm. Sammenføyningsringen 8 har typisk en utvendig diameter på 33 mm og en lengde på 16 mm, og kabelholderen 9 har en utvendig diameter på 29,5 mm og en lengde på 558.

Hylsen kan være laget av stål eller enhver egnet legering. Ethvert materiale med egnede egenskaper kan imidlertid brukes. Piezo-keraminnsatsen 5 kan f.eks. være av blyzirkonattitanat (PZT). Andre piezoelektriske materialer kan klart også brukes.

Den dynamiske trykksensorenhet ifølge oppfinnelsen kan være designet slik at det oppnås en naturlig, mekanisk "forsterkning" av de trykk den piezoelektriske innsats utsettes for.

P A T E N T K R A V

1. Dynamisk trykksensorenhet (5A) for et loggingsverktøy for hydrokarbon-
5 brønner med et piezoelektrisk element (5) i en sensorhylse (3), hvor det
piezoelektriske element (5) er et rørformet element med en innvendig og en
utvendig diameter;
- sensorhylsen (3) har et indre område med en innvendig diameter som er
større enn den utvendige diameter av det rørformede piezoelektriske element (5);
10 det piezoelektriske element befinner seg i det indre område av sensor-
hylsen (3), hvorved en spalte (12) med en spaltetykkelse er dannet mellom det
indre område av sensorhylsen (3), avgrensende et ringformet volum;
- en dynamisk trykkoverførende væske i det ringformede volum;
- k a r a k t e r i s e r t v e d et trykkstyringssystem for nevnte en dynamisk
15 trykkoverførende væske for å hindre trykkvariasjoner på det piezoelektriske
element (5) når sensorenheten (5A) utsettes for variasjoner i statisk trykk,
temperatur eller andre omgivelsesbetingelser, hvor trykkstyringssystemet for den
dynamisk trykkoverførende væske inkluderer minst én tetning er plassert i et
omkretsinnsnitt i sensorhylsen (3), og hvor innsnittet er dimensjonert til å tillate
20 tetningen å bevege seg i innsnittet i en aksial retning i forhold til sensorhylsen
under opprettholdelse av en tetning mellom sensorhylsen (3) og det
piezoelektriske element (5), hvorved trykk styres ved å tillate tetningen å justere
volumet av den dynamisk trykkoverførende væske i forhold til spaltens tykkelse og
termisk utvidelse av oljen.
- 25
2. Sensorenhet (5A) som angitt i krav 1, hvor den minst ene tetning (11)
mellom sensorhylsen (3) og det piezoelektriske element (5) er en o-ring.
3. Sensorenhet (5A) som angitt i krav 1, hvor den innvendige og utvendige
30 diameter av det rørformede piezoelektriske element (5) er belagt med et elektrisk
ledende materiale, og er forbundet til en krets for mottak av signaler fra elementet.

4. Sensorenhet (5A) som angitt i krav 1, hvor det rørformede element (5) er laget av et høytemperatur piezoelektrisk materiale, typisk blyzirkonattitanat (PTZ).
5. Sensorenhet (5A) som angitt i krav 1, hvor den dynamisk trykkoverførende væske er silikonolje.
6. Loggingsverktøy med minst to dynamisk trykksensorenheter (5A) som angitt i krav 1, posisjonert med en forhåndsbestemt avstand derimellom for bestemmelse av støyforplantningsretning i brønnen gjennom bruken av korrelasjonsteknikker.

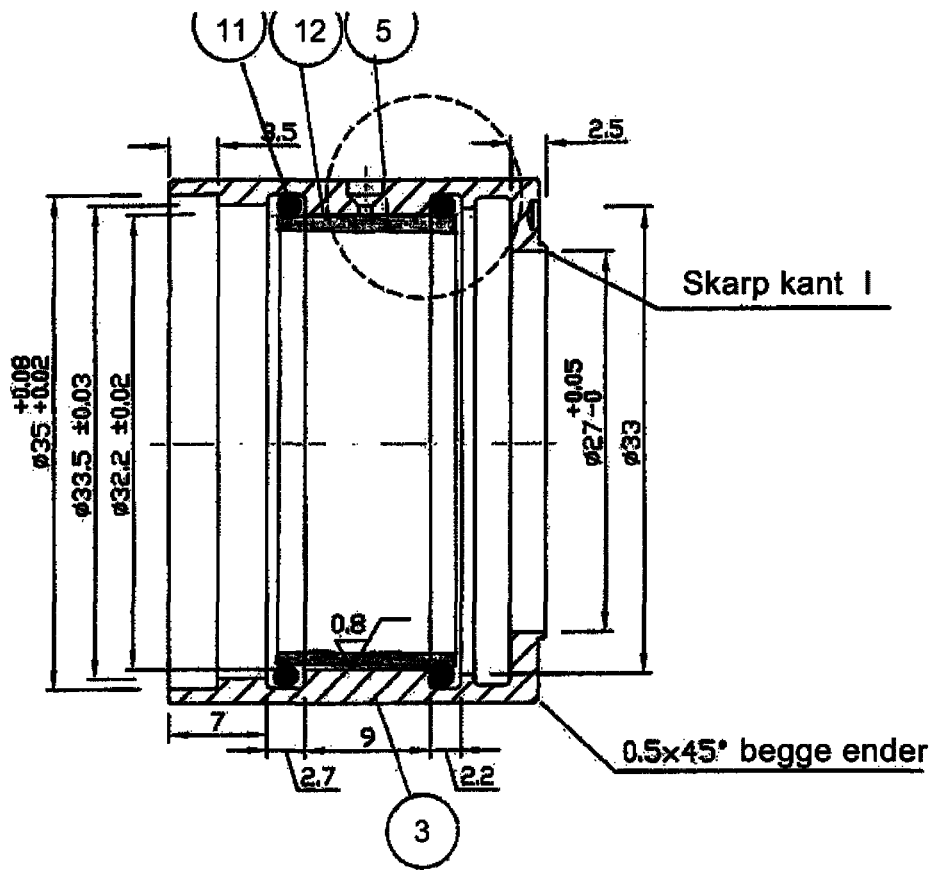


FIG. 1

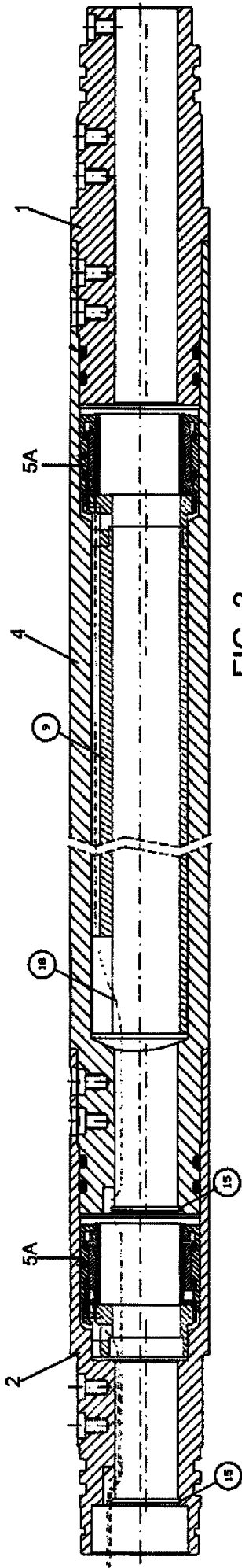


FIG. 3

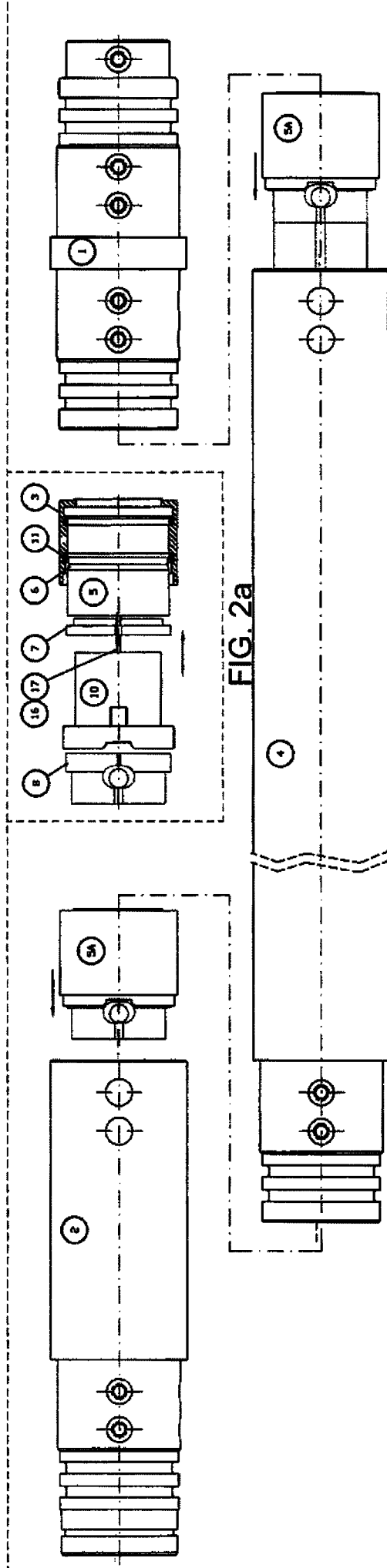


FIG. 2a

FIG. 2b