



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20110271

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

G01L 9/08 (2006.01)

G01K 7/32 (2006.01)

G01K 11/26 (2006.01)

G01L 9/00 (2006.01)

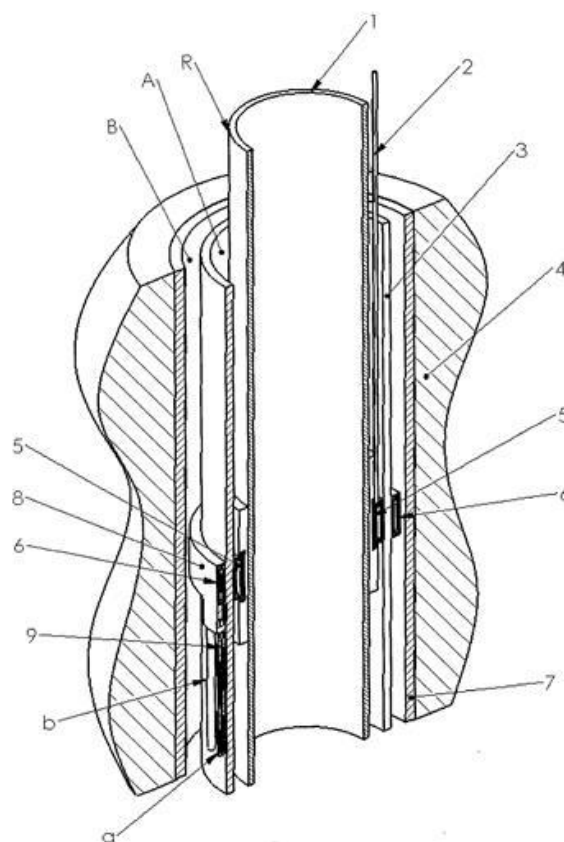
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20110271	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2011.02.16	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2011.02.16	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2011.05.25		
(73)	Innehaver	Techni AS, Ynglingeveien 42A, 3184 BORRE, Norge		
(72)	Oppfinner	Tor Helge Brandsæter, Fossv. 51, 3647 HVITTINGFOSS, Norge		
		Jan Martin Bendiksen, Rødhetteveien 6, 3042 DRAMMEN, Norge		
		Harald Borgen, Blåveistien 8, 3183 HORTEN, Norge		
		Trond Sjulstad, Otterstad, 3275 SVARSTAD, Norge		
		David Christian Petersen, Romsvn. 317, 3179 ÅSGÅRDSTRAND, Norge		
		Petter F Schmedling, Bjørnestien 17, 1597 MOSS, Norge		
		Marius Bornstein, Pilestredet Park 15, 0176 OSLO, Norge		
		Morten Roll Karlsen, Sandevn. 6, 3184 BORRE, Norge		
		Andreas Bjerknes Taranrød, Fagerheimgt. 12A, 3115 TØNSBERG, Norge		
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 6963 St Olavs Plass, 0130 OSLO, Norge		

(54) Benevnelse **System for måling av trykk og temperatur**

(57) Sammendrag

Den foreliggende oppfinnelse vedrører et system for måling av trykk og temperatur som er basert på endring av et mediums karakteristiske egenskaper for ultralyd under påvirkning av trykk og temperatur. Oppfinnelsen er basert på to bølgeledere der geometri er tilpasset mediums karakteristiske egenskaper for ultralyd slik at det kun genereres plane trykkbølger i bølgelederne. Den første av bølgelederne er anordnet for måling av temperatur grunnet mediums termiske ekspansjon, der medium er trykkompensert med en innvendig kompensator for å hindre termisk trykkoppbygging, og der måling av temperatur er basert på mediums spesifikke kjente karakteristiske data for ultralyd under påvirkning av temperatur under konstant trykk. Den andre av bølgelederne er anordnet for måling av trykk, basert på bølgeleder og mediums kjente karakteristiske egenskaper for termiske ekspansjon og trykk, og der den termiske påvirkning korrigeres analytisk basert på måling av temperatur i den første kanal. Oppfinnelsens fysiske prinsipp er basert på egenskapene til et medium (olje) der stabilitet for høy temperatur og trykk er avgjørende for langtidsegenskaper. Langtidsegenskaper til ultralydsensorer er ikke fysisk koblet til mediums egenskaper, slik at endring av karakteristiske egenskaper for ultralydsensorer forringer ikke nøyaktighet i medium med mindre funksjonen til ultralydsensorer opphører. Oppfinnelsens fysiske prinsipp muliggjør en anordnet der ultralydsensorer kan separeres fra målekanaler med en trykkbarriere slik at integriteten til trykkbarriere ikke brytes.



Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for måling av trykk og temperatur i en oljebrønn basert på direkte eller indirekte gangtidsmålinger med ultralyd. Mer spesielt vedrører den foreliggende oppfinnelsen et system som kan anordnes som et resonanselement med en elektrisk resonans som er proporsjonal med endring av tetthet og lydhastighet i et medium grunnet påvirkning av trykk og temperatur.

Systemet for måling av trykk og temperatur ifølge den foreliggende oppfinnelsen omfatter to målekanaler i form av rør, som er fylt med et medium i væskeform, der geometri er anordnet for plane trykkbølger. En første målekanal (a) måler endring av lydhastighet gjennom medium grunnet temperatur, og en andre målekanal (b) måler endring av lydhastighet gjennom medium grunnet trykk og temperatur. Trykket beregnes ved analytisk å subtrahere et målt signal for temperatur, fra et målt signal for trykk og temperatur.

Bakgrunnen for oppfinnelsen er behovet for en sensor som kan måle trykk og temperatur i en brønn med høyt trykk og temperatur. I forbindelse med for eksempel utvinning av hydrokarboner er det i olje- og/eller gassbrønner ønskelig å benytte sensorer og/eller instrumenter som kan plasseres på utsiden eller innsiden av tilgjengelige ringrom (annulus) i brønnen, slik at karakteristiske data som trykk og temperatur kan måles. Samtidig er det ønskelig at sensoren ikke har et behov for ekstern tilførsel av energi med strømkabler eller tilsvarende, som krever barrierebrytende innretninger, eller batterier som har en tidsbegrenset levetid. Absolutt-krav for utstyr som installeres i olje- og/eller gassbrønner er kravet til robusthet for omgivelsestemperatur, trykk og ønsket levetid. Dersom det benyttes teknikk med komplisert elektronikk er det vanligvis ikke mulig å tilfredsstille krav til temperatur, nøyaktighet over tid og levetid fullt ut. Disse egenskaper henger nøye sammen med type anvendt elektronikk. Oppfinnelsens egenskaper over tid er stabile på grunn av at stabilitet til medium i bølgeledere ikke blir påvirket av ultralydsensorers beskaffenheter og at fysiske egenskaper til målemediet er tilnærmet konstant over tid.

Det eksisterer en rekke patenter for måling av trykk og temperatur i omgivelser med høyt trykk og temperatur som er beregnet for bruk i olje- og/eller gassbrønner.

Felles for de fleste av disse målesystemer er at de benytter en anordning med et piezokrystall eller resonator, som får endret resonansfrekvens under påvirkning av trykk eller temperatur. Til forskjell fra disse applikasjoner benytter systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen kjente egenskaper til et medium i væskeform for å måle trykk eller temperatur indirekte.

Det eksisterer dessuten en rekke applikasjoner som baserer seg på bruk av ultralyd i bølgeleder for å måle fysiologiske egenskaper eller fraksjoner av blandinger. Typiske anvendelser kan være:

- 5 - Lydhastighet
- Konsentrasjon/innblanding av medium grunnet absorpsjon av ultralyd der frekvens sammen med returnert intensitet benyttes.
- Utfelling av kjemiske forbindelser
- Ulineære bølger og endring av bølgeform
- 10 - Måling av hastighet (tid) på kjemiske reaksjoner

Av kjente patenter der det er benyttet medium i væskeform, for overføring av ultralyd i bølgeleder er amerikansk patent US 5.289.436 fra 1994. I dette patentet er det benyttet et tynnvegget rør av metall eller plastikk som en forlengelse av en ultra-
 15 lydstransduser for å måle feil i materiale på geometrisk vanskelig tilgjengelige steder. Dette patentet er kun en anordning for å lede ultralyd til ønsket sted med minst mulig dempning grunnet viskositet i medium (vann), der minst mulig overføring av lyd til bølgeleder oppnås ved å benytte et tynnvegget rør, typisk i tykkelse 0.1-0.3 mm. Dette patentet benyttes for å måle egenskaper i form av materialfeil i eller på
 20 et objekt som ligger utenfor selve bølgeleder. Til forskjell fra US 5.289.436 benytter den foreliggende oppfinnelsen endringen av et mediums kjente karakteristiske egenskaper under temperatur og/eller trykk, for å måle trykk og temperatur. En tilsvarende generell benyttelse av flere parallelle bølgeledere for ultralyd er beskrevet i canadisk patentsøknad CA 2.634.855 (A1), der en matte med bølgeledere på tvers
 25 av hovedflaten til matten benyttes for å fremskaffe ensrettede parallelle kompresjonsbølger mot et objekt som skal undersøkes, eksempelvis en menneskekropp.

Av ytterligere kjente patenter der det er benyttet medium i væske eller gassform for måling med ultralyd er amerikansk patent US 7.266.989 B2 fra 2007. I dette patentet er det benyttet flere separate kammer for måling av fysikalske og kjemiske egenskaper i et omkringliggende medium. I dette patentet er det for hvert målekammer benyttet en ultralydsender og en ultralydmottaker, der gangtidsmålinger benyttes. Den primære oppgaven til det patenterte systemet er å måle kjemisk sammensetning og temperatur. Anordningen for måling av trykk er utført med en fleksibelt membran, der trykket måles på bakgrunn av endring av avstand mellom ultralydsender og
 35 ultralydmottaker i en elastomer stripe (plastikk) som er festet på flaten til den fleksible membranen på en motsatt side av et omkringliggende medium som øver trykk mot membranen. I ett utrom bak membranen (motsatt trykkside) er det gass slik at den elastomere stripen med ultralydsender og ultralydmottaker kan bevege seg fritt.

40 Denne måten å gjøre trykkmåling på er klassisk i forhold til trykkgivere basert på piezokrystaller der piezoelement er byttet ut med en ultralyd sender og en ultralydmottaker.

Ovenstående lösningar vil imidlertid være kompliserte og vil ikke alltid gi korrekte målinger, sett i forhold til at egenskaper ved systemet ikke vil være konstante over tid.

5

Oppfinnelsens formål er å avhjelpe eller redusere i det minste en av ulempene ved den kjente teknikk.

10

Ytterligere et formål med den foreliggende oppfinnelsen vil være å tilveiebringe et enklere og sikrere system.

15

Disse formål oppnås med et system for måling av trykk og temperatur, som er basert på direkte eller indirekte gangtidsmålinger, som angitt i det etterfølgende selvstendige krav 1, hvor ytterligere trekk ved oppfinnelsen fremkommer av de uselvstendige kravene og beskrivelsen nedenfor.

20

Til forskjell fra disse refererte patenter er den foreliggende oppfinnelsen basert på måling av trykk og temperatur basert på direkte eller indirekte gangtidsmålinger i to eller flere bølgeledere, der målingen gjøres med ultralyd i form av plane trykkbølger i et kjent medium (for eksempel olje) som er innelukket i hver sin bølgeleder. I oppfinnelsen er ultralydsender og ultralydmottaker integrert i samme enhet og benevnt som ultralydstransduser. Den foreliggende oppfinnelsen er basert på to bølgeledere der en bølgeleder (a) er anordnet for måling av temperatur grunnet mediets termiske ekspansjon, som direkte endrer mediumets karakteristiske egenskaper som:

25

tetthet, lyd hastighet og ultralydsimpedanse, og der medium er trykkkompensert med en innvendig kompensator (for eksempel en belg eller tilsvarende) fylt med gass eller annet lett kompressibelt materiale, og en bølgeleder (b) som er anordnet for måling av trykk, basert på at mediums termiske ekspansjon og påvirkning av trykk direkte eller indirekte på medium i målekanal endrer karakteristiske egenskaper som:

30

tetthet, lyd hastighet og ultralydsimpedanse, og ved at påvirkning grunnet temperatur målt med bølgeleder (a) korrigeres analytisk basert på kjente egenskaper til sensorens medium (olje). Til forskjell fra kjente patenter der målekanaler og ultralydsender/mottaker er anordnet i samme enhet kan oppfinnelsens sensor for ultralyd separeres fra selve målekanalene slik at integriteten til et mediums omgivelse i form av en trykkbarriere ikke brytes (penetreres) på noen måte. Oppfinnelsen fysiske prinsipper er basert på egenskapene til et medium (olje), der stabilitet for høy temperatur og trykk er avgjørende for langtidsegenskaper. Disse fysiske prinsipper for medium (olje) er ikke koblet til ultralyd som målemetode, slik at langtidsstabilitet er iboende i forhold til medium og ikke ultralydstransduser.

40

Den foreliggende oppfinnelsen kan også appliseres som en selvstendig enhet for måling av trykk og temperatur der ønsket om et langtidsstabil system for høye

trykk og temperaturer er påkrevet. Samtidig innehar den foreliggende oppfinnelsen den egenskap at energien i det målte signal (det elektriske svaret) kun er basert på den tilførte energi som er påtrykt hver av målekanalene uten tilførsel av ytterligere energi. Systemet kan anordnes med felles elektriske ledere fra et instrument til ultralydtransdusere, slik at et felles tidsvariabelt elektrisk signal (spenning) blir påtrykt hver målekanal samtidig. Denne anordning krever at lengden til målekanaler (bølgeledere) er forskjellige, slik at retursignalet adskilt i tid. Systemet kan også anordnes med felles ultralydsensor for de to målekanaler, der ultralyd kan splittes i to separate kanaler, eller at det anordnes en kanal på hver side av ultralydstransduser, slik at ultralyd sendes samtidig ut i to målekanaler som ligger på samme linje med en felles ultralydstransduser.

En type egenskap som ønskes i en sensor for måling av fysiske tilstander er evnen til å utføre målinger basert på et tidsvariabelt signal og returnere med et tidsvariabelt signal.

Med trykkkompensator ifølge den foreliggende oppfinnelsen skal det forstås en fleksibel innretning som trekker seg sammen eller ekspanderer, slik at det opprettholdes et konstant trykk i trykkkompensatoren eller et element trykkkompensatoren er anordnet i. Trykkkompensatoren kan typisk inneholde en springfjær, gass eller tilsvarende i et fleksibelt hus. Videre vil en anordning som omsetter omgivelsestrykk kunne være en fleksibel barriere som overfører et trykk direkte til et medium, eller en mekanisk innretning i form av en fjær som endres en viss avstand, slik at resonansen eller gangtiden for en målekanal endres.

Oppfinnelsen skal nå forklares i forbindelse med flere utførelser under henvisning til de vedføyde figurer, hvor:

Figur 1 viser en første utførelse av den foreliggende oppfinnelsen,

Figur 2 viser en andre utførelse av den foreliggende oppfinnelsen,

Figur 3 og 4 viser detaljer ved den foreliggende oppfinnelsen.

I en typisk anvendelse av et system for måling av trykk og temperatur basert på bruk av ultralyd ifølge den foreliggende oppfinnelsen, kan systemet benyttes for måling av trykk og temperatur i en olje- og/eller gassbrønns ringrom uten bruk av barrierebrytende innretninger som vist på figur 1:

En sensor 8 som baserer seg på bruk av ultralyd, er anordnet i et ringrom B i olje- og/eller gassbrønns. Sensoren 8 måler trykk og temperatur basert på en endring av lydshastighet ved en påvirkning fra det trykk og den temperatur som er i et fluid i

ringrommet B. Sensoren 8 omfatter to målekanaler a og b som er hensiktsmessig konstruert med hensyn på rørdiametre, signalomformere for ultralyd (ultralydgiver) og medium (olje). Den første målekanalen a har kompensering for trykkvariasjoner der denne er basert på et innelukket volum som er avgrenset med en belg 3 som er fylt med et fleksibelt medium (gass) og som responderer med et konstant trykk som følge av termiske volumvariasjoner, og vil kun registrere endring av lyd hastighet grunnet temperaturendringer som følge av omgivelsestemperatur. Den andre målekanalen b vil bli påvirket av trykk gjennom belgen 3 og temperatur likt som omgivelse. Måling av temperatur gjøres direkte med gangtidsmålinger i den første målekanalen a. Måling av trykk i den andre målekanalen b gjøres med gangtidsmålinger og ved at påvirkning grunnet temperatur som er målt i målekanal a subtraheres fra måleresultatet som er gjort i målekanal (b), vil ovenstående måling bare være påvirket fra trykk. Systemet ifølge den foreliggende oppfinnelsen er her vist koblet sammen med en induksjons- og resonansinnretning 5,6, som er slik utformet at induksjons- og resonansinnretningen 5, 6 kan overføre et tidsvariabelt signal med tilstrekkelig energi for målingen gjennom en rørvegg R, og som videre er forbundet til et instrument (ikke vist) via en elektrisk kabel 2. Ved måling vil et elektrisk tidsvariabelt signal genereres i instrumentet, der dette elektriske tidsvariable signalet vil overføres til ultralydsensorene 8 via den elektriske kabelen 2 og induksjons- og resonansinnretningen 5, 6. Ultralydsensorene 8 kan omfatte et ultralydsvingeelement (ikke vist). Når det tidsvariable elektriske signal påvirker de to ultralydstransdusere 8 i den første og andre målekanaler a, b, vil det genereres trykkbølger i målekanalenes medium 9 (olje), som forplanter seg langs målekanalene med den karakteristiske lyd hastigheter i medium 9 for hver av målekanalene. Trykkbølgene (ultralyd) vil reflekteres tilbake fra enden av målekanalene, slik at den returnerte ultralyd igjen påvirker ultralydgivere 8 til å generere en spenning som tidsmessig er forskjøvet i forhold til gangtiden for ultralyden. Denne genererte spenning blir sendt tilbake til instrumentet via induksjons- og resonansinnretningen 5,6 og kabelen 2. Systemet for måling av trykk og temperatur ifølge den foreliggende oppfinnelsen vil således inneha den egenskap at energien i det drivende signal (det genererte, elektriske tidsvariable signal) returneres som svar fra målekanaler uten tilførsel av ytterligere energi.

I en ytterligere utførelse kan systemet for måling av trykk og temperatur ifølge den foreliggende oppfinnelsen appliseres på følgende måte med henvisning til figur 2. En sensor 8 med to målekanaler a og b basert på ultralyd er plassert i ringrom B omgivelse der det ønskes å måle trykk og temperatur. Denne sensoren 8 måler trykk og temperatur basert på endring av karakteristiske egenskaper for ultralyd under påvirkning fra trykk og temperatur. Sensoren 8 omfatter på tilsvarende måte som beskrevet i forbindelse med figur 1 en første og andre målekanal a, b, der den første og andre målekanalen a, b er identiske med hensyn på rørdiametre og medium (9) (olje). Lengden på målekanalene a, b avstemmes fritt etter en rekke ulike forhold.

En av målekanalene (a) har kompensering for trykkvariasjoner med belg (7) og et innelukket medium (6) (gass) som besørger et konstant trykk internt som følge av termisk betinget volumvariasjon i mediet og vil kun registrere endring av karakteristiske egenskaper grunnet temperaturendringer likt som for omgivelse. Den andre tilhørende målekanal (b) vil bli påvirket av både trykk og temperatur likt som omgivelse. Måling av temperatur baseres på endring av karakteristiske egenskaper for ultralyd på grunn av temperaturvariasjon i målekanal (a). Måling av trykk i målekanal (b) baseres på endring av karakteristiske egenskaper for ultralyd på grunn av temperatur og trykkvariasjon der påvirkning av temperatur kompenseres analytisk ved hjelp av måleresultat i (a), slik at kun påvirkning fra trykk gjenstår. I denne utførelse av oppfinnelsen er ultralydsensor (5) plassert i et ringrom A slik at behovet for en induksjons- og resonansinnretning 5, 6 eller en penetrator (ikke vist) gjennom et rør R ikke er nødvendig. Ultralydsensor (5) vil da, via en elektrisk kabel 2, være forbundet til et instrument (ikke vist) som er plassert utenfor ringrommet A. Ved måling vil et elektrisk tidsvariabelt signal som genereres i instrumentet, overføres til ultralydsensorer 5 via den elektriske kabelen 2. I denne utførelsen av oppfinnelsen er ultralydsensorer å betrakte som en integrert del av rør R. Når det tidsvariable elektriske signal påvirker ultralydsensor 5 vil det genereres trykkbølger (ultralyd) som overføres til medium (9) (olje) i målekanaler a, b, der røret er en del av tilpassningsmaterialet for ultralyd i ultralydsensor 1. Trykkbølgene vil forplante seg langs målekanalene a, b, med karakteristiske lydshastigheter for hver av kanalene. Trykkbølgene (ultralyd) vil reflekteres tilbake fra enden av målekanalene a, b, slik at trykkbølgene igjen forplanter seg tilbake til svingerelementer (ikke vist) i ultralydsensorene i ultralydsensor 5. Når svingerelement påvirkes av den returnerte ultralyden vil det bli generert en spenning som tidsmessig er forskjøvet i forhold til gangtiden for ultralyden. Denne genererte spenning blir sendt tilbake til instrumentet (ikke vist) via den elektriske kabelen 2. Den ovenfor nevnte løsningen kan også benyttes med avstandsmålinger til et i avstandens retning bevegelig ultralydsspeil i kanalens ene ende hvor avstanden representerer kompresjonen i en for omgivelses-trykk og/eller temperaturutsatt belg eller membran 3 som vist på figur 4.

Figur 3 og 4 viser hvordan systemet for måling av trykk og temperatur ifølge den foreliggende oppfinnelsen kan anordnes, der det er vist at induksjons- og resonansinnretninger 5, 6, bestående av en ultralydstransduser 6 og en ultralydgiver 5, er anordnet i utsparinger 15 i et element E. Hver ultralydstransduser 6 er videre forbundet til den elektriske ledningen 2. Ultralydstransduserne 6 og ultralydgiverne 5 er videre anordnet slik i utsparingene 15 at det dannes et mellomrom eller en spalte 4 mellom dem. I elementet E er det også tildannet to andre utsparinger 16, der de to utsparingene 15, 16 er forbundet til hverandre gjennom en kanal K. Kanalene K er videre slik anordnet at de munner ut i mellomrommet eller spalten 4. På figur 3 vil den ene utsparingen 16 være åpen for det omliggende medium, mens den andre utsparingen 16 vil være "lukket". På figur 4 er begge utsparingene 16 lukket. I hver

av utsparingene 16 er det videre anordnet en belg 3. På figur 4 vil utførelsen også omfatte et burbonrør 6, som under påvirkning av et trykk påført via et innløp 7 vil kunne påvirkes, slik at burbonrøret 6 rulles ut eller rulles inn.

5 I en ytterligere utførelse kan systemet for måling av trykk og temperatur ifølge den foreliggende oppfinnelsen appliseres på følgende måte: En sensor (9) med to målekanaler a og b som er basert på ultralyd er lokalisert på ønsket sted med påvirkning av trykk og temperatur. Denne sensoren (9) måler trykk og temperatur basert endring av lyd hastighet ved påvirkning fra trykk og temperatur. Systemet består av to
10 målekanaler (a) og (b) i form av spalter (4) i et rør fylt med medium i væskeform der geometri er anordnet for plane trykkbølger i medium (olje). En av målekanalene (a) har kompensering for trykkvariasjoner internt med belg 3 og et innelukket volum (gass) (8), og vil kun registrere endring av lyd hastighet grunnet temperaturendringer likt som for omgivelse. Den andre tilhørende målekanal (b) vil bli påvirket av både
15 trykk og temperatur likt som omgivelse. Basisprinsippet for måling av trykk og temperatur er å benytte et medium (olje) som en impedanstilpasning mellom ultralydsensor 2 og et dempningsmateriale (5) som her er vist i form av en sylinder. Impedansen til et medium er definert som tetthet multiplisert med lyd hastighet (formel $Z = \rho \cdot v$). Etter teorien for ultralyd kan ultralydovergangen med hensyn på transmisjon og refleksjon optimaliseres for å eliminere refleksjon. Dette gjøres ved å innføre et mellomlag som tilpasser ultralydimpedansen mellom de to materialer gjennom et tredje materiale (olje). Kravet for dette mellomlaget er at ultralydimpedansen er lik med kvadratroten av produktet til ultralydimpedansen for respektive materialene på hver side som skal tilpasses, det vil si at refleksjon eller transmisjon av ultralyd
25 er avhengig av frekvensen til trykkbølgene, avstanden i spalten (tykkelse til spalter 4) og ultralydegenskapene til mellomlaget og materialene i induksjons- og resonansinnretningen 5, 6. Kravet for at det skal oppnås størst mulig transmisjon er gitt med formelen $Z_{\text{olje}(4)} = \sqrt{Z_{\text{ultra}(3)} \cdot Z_{\text{demp}(5)}}$. Tykkelsen til mellomlaget eller spaltene 4 må være lik med $\frac{1}{4}$ bølgelengde for best mulig transmisjon. Selve målingen av trykk og
30 temperatur kan gjøres på to måter der metode 1: er en utførelse der materiale i ultralydsensoren 5 opptrer som et dempningsmateriale slik at overført ultralyd (i spalten) opphører ved en spesifikk frekvens og dens harmoniske frekvenser.

metode 2: er at materiale i ultralydsensoren 5 fungerer som et speil/reflektor for ultralyd, og der returnert ultralyd intensitet maksimeres ved en spesifikk frekvens og dens harmoniske frekvenser.
35

Egenskapene til målekanal 4 er kjent og temperatur og trykk kan deretter beregnes når formen på den målte respons/frekvenskurven fra sensoren er kjent. Typisk blir intensitets responser fra en serie med målinger interpolert for å finne den eksakte resonansfrekvens. Når ultralydsensorer påvirkes av den returnerte ultralyden, vil det
40

bli generert en spenning som er proporsjonal med reflektert ultralyd. Denne genererte spenning blir sendt tilbake til instrumentet via den elektriske kabelen 2. Der-
 som målekanaler (a) og (b) skal benytte felles elektriske ledere i kabel 2, må områ-
 de for responsfrekvenser i hver av målekanalene konstrueres slik at de ikke er over-
 lappet i frekvensområde.

I en ytterligere utførelse kan oppfinnelsen appliseres på følgende måte: En sensor
 (9) med to målekanaler a og b er plassert på ønsket sted der måling av trykk og
 temperatur ønskes. Denne sensoren måler trykk og temperatur basert på endring av
 karakteristiske egenskaper for ultralydsimpedanse i en mediefyllt spalte (4) likt som
 for figur 3. Målekanal (a) baseres på endring av karakteristiske egenskaper for tem-
 peratur og har kompensering for trykkvariasjoner grunnet termisk volumutvidelse i
 medium (olje), her vist med en belg (3) og et kompressibelt medium (8) (gass) som
 besørger et tilnærmet konstant trykk på grunn av den termiske utvidelse til medium
 (olje) i målekanal spalte (4). Målekanal (b) har kompensering for trykkvariasjoner i
 medium (olje) grunnet temperatur likt som beskrevet for kanal (a), men har i tillegg
 et bourbonrør (6) (manometer) som under påvirkning av et innvendig trykk via inn-
 løp (7) vil krumme seg (rulle) ut slik at sylindren (5) blir aksialforskjøvet med en
 mekanisme (ikke vist) slik at distanse i spalte (4) øker.

Basisprinsippet for måling av trykk og temperatur er å benytte et medium (olje) som
 en impedanstilpasning mellom ultralydstransduser 6 og et refleksjons- eller demp-
 ningsmateriale 5, likt som forklart under figur 3. Selve målingen av trykk og tempe-
 ratur kan gjøres på to måter der metode 1: er at materiale i ultralydsensoren 5 opp-
 trer som et dempningsmateriale slik at overført (transmittert) ultralyd opphører ved
 en spesifikk frekvens og dens harmoniske frekvenser. Metode 2: er at materiale i
 ultralydsensoren 5 fungerer som et speil/reflektor for ultralyd og returnert ultralyd
 intensitet maksimeres ved en spesifikk frekvens og dens harmoniske frekvenser som
 beskrevet for figur 3.

Impedansen til et medium er definert som tetthet multiplisert med lydhastighet
 (formel $Z = \rho \cdot v$). Etter teorien for ultralyd kan ultralydovergangen med hensyn på
 transmisjon og refleksjon optimaliseres for å eliminere refleksjon. Dette gjøres ved
 å innføre et mellomlag i en spalte 4 som tilpasses impedansen mellom de to materia-
 ler. Kravet for dette mellomlaget er at impedansen er lik med kvadratroten av pro-
 duktet til impedans for respektive materialer på hver side som skal tilpasses. Det vil
 si at refleksjon eller transmisjon av ultralyd er avhengig av frekvensen til trykkbøl-
 gene, avstanden i spalten (tykkelse til spalter 4) og ultralydegenskapene til mellom-
 sjiktet og materialer i induksjons- og resonansinnretningen 5, 6. Kravet for at det
 skal oppnås størst mulig transmisjon er gitt med formel $Z_{\text{olje}(4)} = \sqrt{Z_{\text{ultra}(3)} \cdot Z_{\text{demp}(5)}}$.
 Tykkelsen til spalten (4) må være lik med $\frac{1}{4}$ bølgelengde for best mulig overføring.

Selve målingen av trykk og temperatur gjøres ved å justere frekvens på ultralyd slik at reflektert ultralyd opphører eller er minst. Egenskapene til medium i spalte 4 er kjent og temperatur og trykk kan deretter beregnes når resonansfrekvensene i hver av målekanalene er kjent. Typisk vil frekvens/resonanskurven fra en serie med målinger bli interpolert for å beregne den mest mulig eksakte frekvens. Når ultralydgi-
5 vere påvirkes av den reflekterte ultralyden vil det bli generert en spenning som er proporsjonal med andel av reflektert ultralyd. Denne genererte spenning blir sendt tilbake til instrumentet via kabel 2. Dersom målekanaler (a) og (b) skal benytte felles elektriske ledere i kabelen 2, må område for responsfrekvenser i hver av måle-
10 kanalene konstrueres slik at de ikke er overlappet i frekvensområde. Typisk vil denne utformingen av oppfinnelsen for trykkmåling medføre at bredden på frekvensområdet lettere kan justeres til ønsket område. Den ovenfor nevnte løsningen kan også benyttes med avstandsmålinger til et i avstandens retning bevegelig ultralydsspeil i kanalens ene ende hvor avstanden representerer kompresjonen i en for omgivelses-
15 trykk og/eller temperatur utsatt belg eller membran der måleprinsippet for trykkmåling er gangtid.

Oppfinnelsen er nå forklart med henvisning til flere utførelsesformer. En fagmann vil forstå at det kan foretas flere endringer og modifikasjoner av de viste utførelsesformene som faller innenfor rammen av oppfinnelsen, som definert i de etter-
20 følgende kravene.

PATENTKRAV

1. System for måling av trykk og temperatur basert på ultralyd *karakterisert* ved at det benyttes to separate målekanaler, der målekanaler inneholder et medium i væskeform hvis egenskaper for trykk og temperatur er kjent, der
5 den første av målekanalene er adskilt fra målekanalenes omkringliggende trykk og der denne målekanalen er anordnet med innvendig trykkkompensator for eliminering av trykkoppbygging grunnet temperaturutvidelse, og der temperatur måles grunnet endring av mediums egenskaper for ultralyd der denne endringen måles med gangtid eller resonansfrekvens, og der det i den
10 andre målekanal er en anordning som omsetter omgivelsestrykk til en endring av målekanalens egenskaper for gangtid eller resonansfrekvens i medium, og der temperaturmåling i første kanal benyttes til å korrigere temperaturpåvirkning på trykkmåling i andre målekanal.
- 15 2. System i følge krav 1, *karakterisert* ved at målekanaler for trykk og temperatur er fysisk adskilt fra ultralydsvingerelement med en barriere, og der barrieren agerer som en integrert del av ultralydsensoren
- 20 3. System i følge krav 1, *karakterisert* ved at målekanaler for trykk og temperatur er fysisk adskilt fra ultralydsensorer men forbundet med bølgelederkanaler i form av massive staver der ultralydsensorer kommuniserer med målekanaler gjennom nevnte massive staver
- 25 4. System i følge krav 1, *karakterisert* ved at målekanal for temperatur er basert på temperaturutvidelse under konstant trykk der endring av tetthet medfører en endring av lyd hastighet som måles med endring av gangtid.
- 30 5. System i følge krav 1, *karakterisert* ved at målekanal for temperatur er basert på temperaturutvidelse under konstant trykk der endring av tetthet medfører en endring av lyd hastighet der både tetthet og lyd hastighet endrer mediums impedans som igjen påvirker en målbar resonansfrekvens mellom to medium der resonansfrekvensen er en kjent konstruert tilstand grunnet temperatur i medium.
- 35 6. System i følge en eller flere av kravene 1, 2, 3,4 og 5, *karakterisert* ved at målekanal for trykk er basert på endring av tetthet grunnet kompresjon som igjen medfører en endring av lyd hastighet der denne endring måles med gangtidsmåling for ultralyd der mediums temperaturpåvirkning blir korrigert med temperatur målt i målekanal for temperatur.
- 40

- 5 7. System i følge en eller flere av kravene 1, 2, 3, 4 og 5,
karakterisert ved at målekanal for trykk er basert på endring av tetthet grunnet kompresjon som igjen medfører en endring av lydhastighet der endring av mediums ultralydimpedans grunnet variasjon av tetthet og lydhastighet som måles med endringen av respons basert på karakteristisk konstruert resonansfrekvens der det korrigeres for temperaturpåvirkning målt i målekanal for temperatur.
- 10 8. System i følge en eller flere av kravene 1, 2, 3, 4 og 5,
karakterisert ved at målekanal for trykk er basert på en mekanisk endring av lengde til bølgeleder og der konstant trykk i bølgeleders medium er tilveiebrakt med en konstanttrykk kompensering, og der endring av lengde måles med gangtid
- 15 9. System i følge en eller flere av kravene 1, 2, 3, 4 og 5,
karakterisert ved at målekanal for trykk er basert på direkte proporsjonal mekanisk endring av lengde til bølgeleder, der konstant trykk i bølgeleder medium er tilveiebrakt med en trykkkompensering, og der endring av trykkproporsjonallengde måles med endringen av konstruert resonansfrekvens der
20 det korrigeres for temperaturpåvirkning målt i målekanal for temperatur.

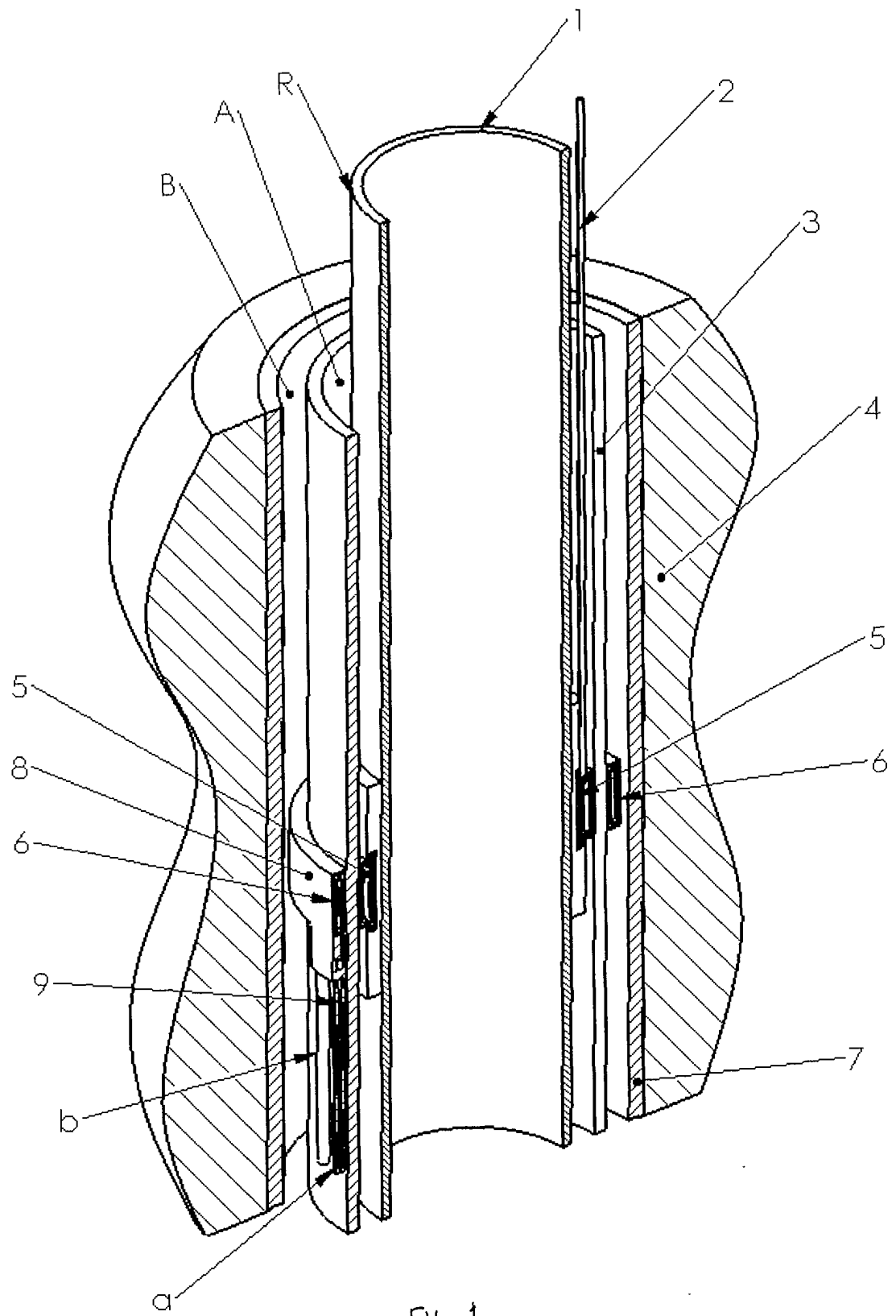


Fig 1

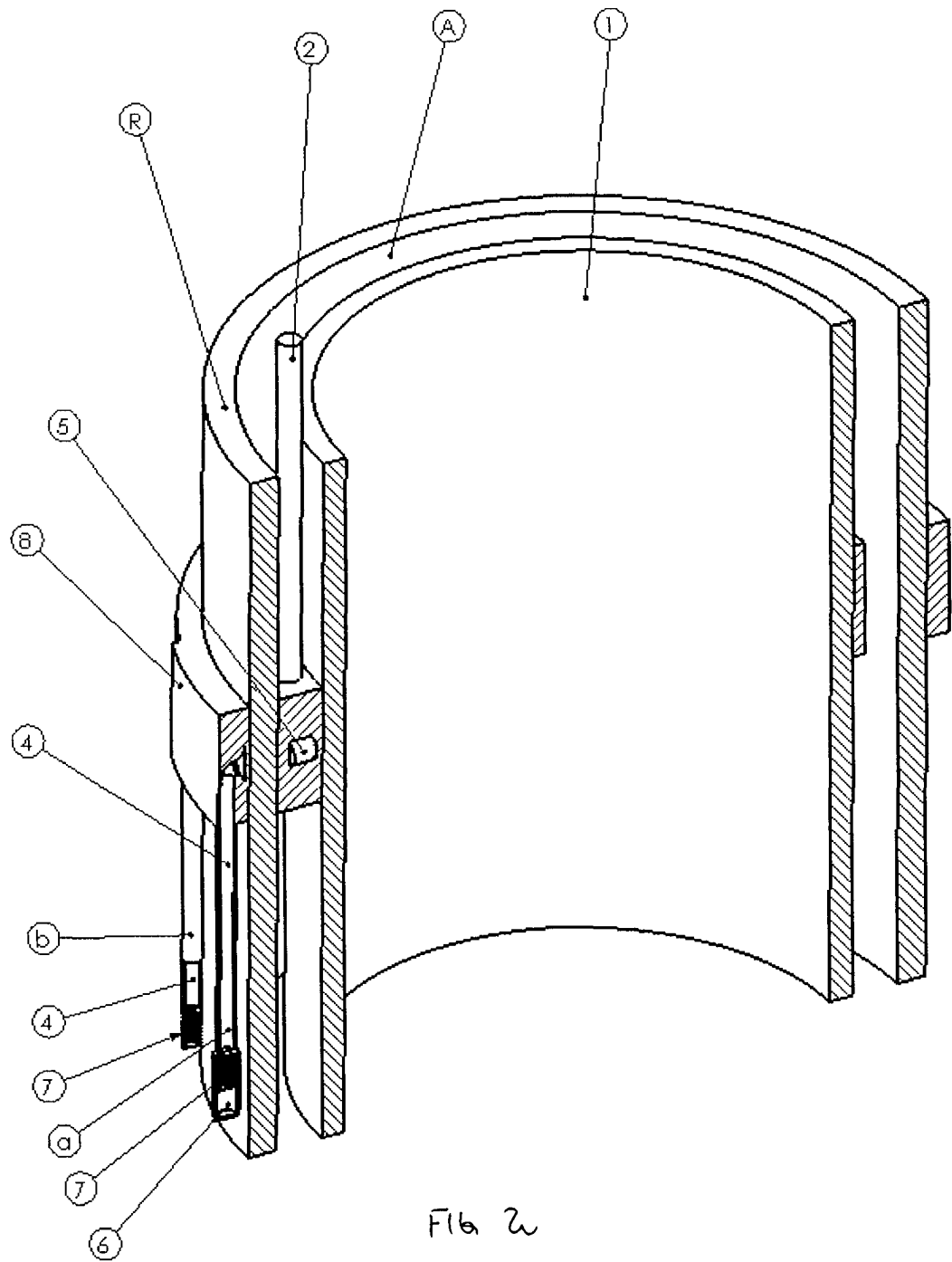


Fig 2

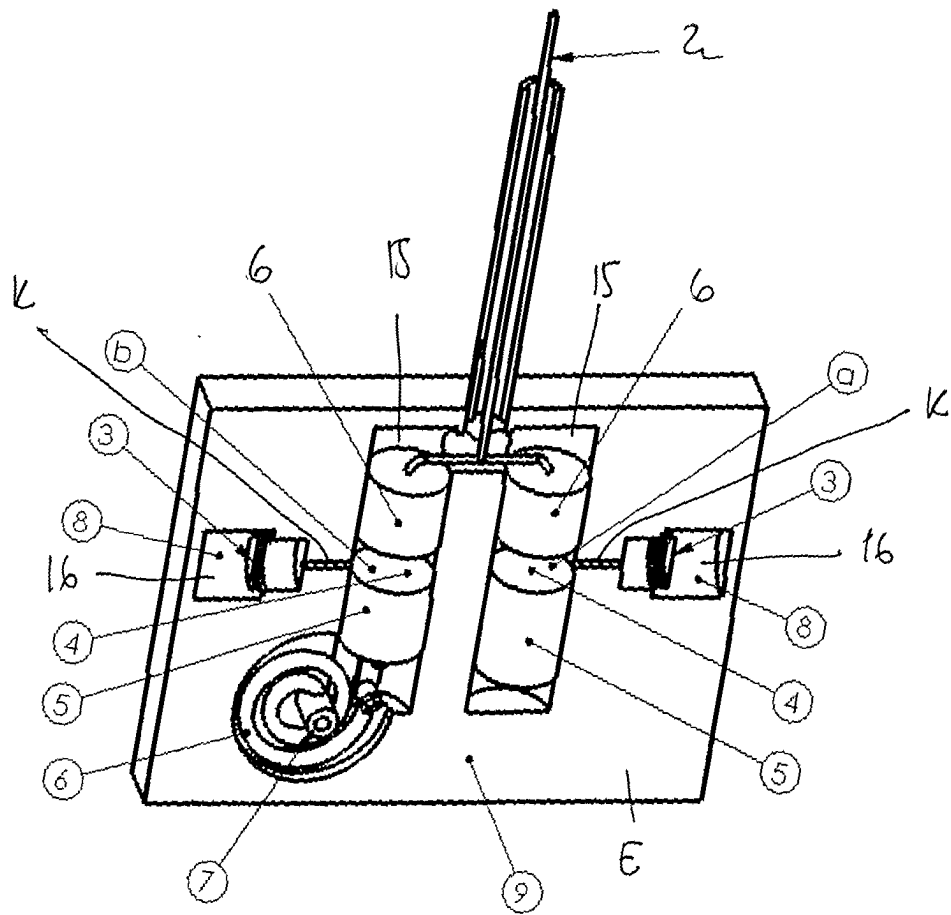


Fig 4