



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **313896**

(13) B1

(51) Int Cl⁷ F 17 D 3/01

Patentstyret

(21) Søknadsnr	20021439	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	2000.09.27, PCT/FR00/02670
(22) Inng. dag	2002.03.22	(85) Videreføringsdag	2002.03.22
(24) Løpedag	2000.09.27	(30) Prioritet	1999.10.01, FR, 9912531
(41) Alm. tilgj.	2002.05.29		
(45) Meddelt dato	2002.12.16		
(71) Patenthaver	MetraVib R D S, 200, chemin des Ormeaux, F-69760 Limonest, FR		
(72) Oppfinner	Thierry Romanet, F-13281 La Penne-sur-Huveaune, FR		
	Jean-Luc Volle, F-31600 Eaunes, FR		
	Jean-Daniel Reber, F-84120 Pertuis, FR		
(74) Fullmektig	AS Bergen Patentkontor, 5817 Bergen		

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte og anordning for detektering av avleiringer i et rør**

(56) Anførte publikasjoner Ingen

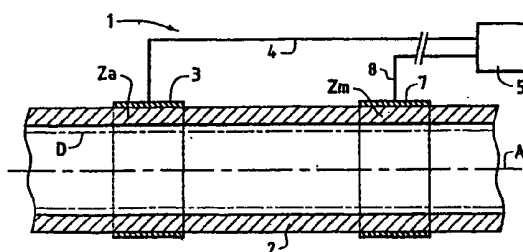
(57) Sammendrag

Det beskrives en installasjon for implementering av en fremgangsmåte for å detektere en avleiring (D) som kan dannes på innsiden av et fluid-transporterende rørledning. I samsvar med oppfinnelsen omfatter installasjonen:

- minst én produksjonskilde (3) for å produsere en termisk gradient (G), hvor kilden er innrettet for montering på en "aktiv" sone (Za) på yttersideoverflaten av rørledningen,

- minst én målesensor (7) for å måle varmekraft (F), idet sensoren er tilpasset for montering på en sone (Zm) på yttersideoverflaten av rørledningen posisjonert i forhold til den aktive sone inngitt avstand ved vurdering av lengden av rørledning, og

- kontroll- og monitoreringsmiddel (5) tilkoblet til produksjonskilden (3) og målesensoren (7) og tilpasset for å detektere når varmekraften korresponderende i det minste delvis til det påførte termiske gradient og transmittert av rørledningen overstiger en forutbestemt terskelverdi som indikerer nærvær av en avleiring på innsiden av rørledningen.



Område for oppfinnelsen

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte og installasjon for å detektere en avleiring som kan dannes på innsiden av et fluid-transporterende rørledning, slik
5 det er angitt i innledningen i krav 1 og 8, respektive.

En foretrukket applikasjon av oppfinnelsen består i å unngå risikoen for klogging i fluidtransportrørledninger, og spesielt i rørledninger for transport av multifase petroleumsfluider.

10 Det er kjent at slike multifase petroleumsfluider kan føre til dannelse av en faststoffase såsom hydrater, parafiner, asfaltener eller andre mineralavleiringer. Faststoffasen kan avleires ved én eller flere lokalisasjoner i rørledninger, og dermed redusere gjennomstrømningsraten i
15 en slik grad at hydrokarbontransporten forstyrres fullstendig.

Dagens økonomiske forhold påskynder driftsselskapene til i vesentlig grad å redusere investerings- og driftskostnader, spesielt ved forbedret kontroll og ved å søke å
20 eliminere en hver risiko for at en slik faststoffase avleires, både i prosessinstallasjoner og i installasjoner for transport av hydrokarboner.

Bakgrunn og teknikkens stilling

25 I et forsøk på å avhjelpe problemet av en slik faststoffaseavleiring på innsiden av en hydrokarbontransportrørledning, er det frembragt løsninger for anvendelse av preventive løsninger, hvor én av disse består i å til-

sette inhibitorer som er egnet for transport av slike hydrokarboner på en mere eller mindre systematisk basis. En annen teknikk består i en regelmessig utførelse av skrapeoperasjoner på innsiden av rørledninger som en forholdsregel. Slike teknikker, som ofte også kombineres, er

5 kostbare og er ikke helt tilfredsstillende, delvis på grunn av vanskelighetene involvert i planlegging av disse. Dersom operasjonen med skraping og/eller tilsetning av inhibitoriske midler er dårlig planlagt, oppstår det dermed

10 problemer assosiert med:

- produksjon tapes p.g.a. at rørledningene tettes,
- sikkerhet, med risiko for ulykker assosiert med at det kommer en hydratplugg, eller feil på driftsventiler, eller med restartingsenheter som har blitt blokkert med

15 geldannelse, og

- av råmaterialer med høyt parafininnhold, og med kommersielle markeder som tapes p.g.a. at man ikke klarer å oppnå salgskontraktsbetingelser p.g.a. at produksjonen stoppes.

20 Slike preventive teknikker er spesielt kostbare, mangler reelle data som vedrører avleiringsmengde som allerede har blitt dannet på innsiden av en rørledning, slik at skraping utføres ved intervaller som er svært nær sammen og/eller inhibitoriske tilsetningsstoffer tilsettes

25 i mengder som er større enn nødvendig. I et forsøk på å avhjelpe disse ulemper, har det blitt foretatt studier for å forbedre kunnskap om betingelsene hvor under fastfasefaser (hydrater, parafiner, og asfaltena) dannes innen en multifasestrøm. Disse forsøk søker å utvikle modeller for å

30 predikere avleiringsprofiler langs en rørledning, eller faktisk også å forbedre inhibitorstilsetningsstoffene som er egnet for å muliggjøre transport av "vanskelige råstoffer".

En annen type teknikker som for tiden er dårlig

35 utviklet vedrører søking for å måle kvantum avleiring som har blitt dannet på innsiden av en rørledning. I et forsøk på å oppnå et reelt mål på mengden av avleiring som kan ha blitt dannet på innsiden av en rørledning så har det blitt

foreslått å installere måleutstyr og indre inspeksjons-
utstyr på innsiden av en rørledning, eller å introdusere
slikt utstyr inn i en rørledning. Imidlertid vil en slik
teknikk nødvendigvis forstyrre strømmingen, og det er ikke
5 sikkert at den kan utføre målinger kontinuerlig eller gi
målinger som er pålitelige. På samme måte har det blitt
foreslått å utføre målinger av kvantum avleiring ved hjelp
av ultralyddetektorer. Det fremgår imidlertid at den
akustiske impedans av en avleiring og av hydrokarboner som
10 transporteres er i hovedsak identisk, og en slik teknikk er
derfor ikke særlig pålitelig.

Det eksisterer således et behov for en teknikk som
gjør det mulig, ved utvalgte punkt i en rørledning, å
detektere en avleiring eller å måle tykkelsen på enhver
15 slik avleiring som kan foreligge på innsiden av en fluid-
transporterende rørledning, uavhengig av om fluidet er
væske og/eller gassformig, hvor nevnte teknikk ikke for-
styrrer gjennomstrømmingen, og ikke er instrusiv, mens den
samtidig er enkel og effektiv.

20

Sammendrag av oppfinnelsen

For å oppnå et slikt formål frembringes det ved
foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for å detektere
en avleiring som kan dannes på innsiden av en fluid-
25 transporterende rørledning. Fremgangsmåten ifølge
oppfinnelsen omfatter:

- påføre en termisk gradient til minst én "aktiv"
sone på ytteroverflaten av rørledningen,
- måle varmekuflux i minst én sone av
30 utsideoverflaten av rørledningen som er posisjonert ved en
gitt avstand fra den aktive sone i vurdering av lengden av
rørledningen, og
- når varmekufluxen korresponderende i det minste
delvis til den påførte termiske gradient og overført av
35 rørledningen overstiger en forutbestemt terskelverdi som
indikerer nærvær av en avleiring på innsiden av rørled-
ningen.

I en fordelaktig implementering søker en ved oppfinnelsen også å kunne bestemme tykkelsen på avleiringen ved å sammenligne den målte varmefluks med varmefluksen målt under et kalibreringstrinn.

5 Ved den foreliggende oppfinnelse søker en også å tilveiebringe en installasjon for å implementere fremgangsmåten for detektering av avleiring som kan dannes på innsiden av en fluid-transporterende rørledning. I samsvar med oppfinnelsen omfatter installasjonen:

10 · minst én produksjonskilde for å produsere en termisk gradient, idet kilden monteres på en "aktiv" sone på yttersideoverflaten av rørledningen, minst én målesensor for å måle varmefluks, idet sensoren er innrettet for montering på en sone på yttersideoverflaten av rørledningen posisjonert relativt i forhold til den aktive sone i en gitt avstand ved vurdering av lengden av rørledningen, og

15 · regulerings- og monitoreringsmiddel tilkoblet til produksjonskilden og til målesensoren, og tilpasset for å detektere når varmefluksen korresponderende i det minste delvis til den påførte termiske gradient og transmittert av rørledningen overstiger en forutbestemt terskelverdi som er indikativ på nærvær av en avleiring på innsiden av rørledningen.

25 Forskjellige andre karakteristika fremkommer fra den påfølgende beskrivelse, med henvisning til de medfølgende figurer, som viser utførelser og implementeringer av oppfinnelsen som ikke-begrensede eksempler.

Kort beskrivelse av figurene

30 Fig. 1 er et diagramatisk riss som viser en utførelse av en detekteringsinstallasjon i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 2 er en kurve som viser påført termisk gradient som en funksjon av tid.

35 Fig. 3 er en kurve som viser målt varmeflukssignal som en funksjon av tid i nærvær og i fravær av en avleiring på innsiden av rørledningen.

Beste utførelse for oppfinnelsen

Som det fremgår mer klart i fig. 1, er installasjonen 1 ifølge oppfinnelsen tilpasset for å detektere en avleiring, i generell betydning, som kan dannes på innsiden av en fluid-transporterende rørledning 2, spesielt en 5 rørledning for transport av petroleum. På konvensjonell måte så er det en risiko for at det ved transport av multifase petroleumsfluider dannes avleiringer eller av faststoffase såsom hydrater, parafiner, asfaltena, eller 10 mineralavleiringer, på innsiden av rørledningen, som representert diagramatisk med referanse D.

I samsvar med oppfinnelsen omfatter installasjonen 1 minst én kilde 3 for å produsere en termisk gradient G. En slik produksjonskilde 3 er for montering i en "aktiv" sone 15 Za på yttersideoverflaten av rørledningen 2. Det skal vurderes at kilden 3 avgir eller ekstraherer en bestemt mengde varme over en valgt sone av rørledning 2 ved hjelp av ethvert egnet middel. F. eks. kan mengden varme avgitt til rørledningen 2 produseres med Joule-effekten, 20 Pelletier-effekten eller Seebeck-effekten. I én utførelse kan kilden 3 som produserer en termisk gradient, bestå av et fleksibelt bånd som inkluderer tekniske middel for å påføre den termiske gradient. Et slikt bånd kan enten være tilpasset på rørledningen 2 under den termiske isolasjon 25 eller belegging som generelt omgir petroleumsprodukt-transportrørledninger, eller den kan integreres direkte på rørledningen idet den omstilles.

Produksjonskilden 3 er tilkoblet via en forbindelse 4 til kontroll og prosesseringsmiddel 5 tilpasset for å 30 kontrollere mengden varme som påføres og tidslengden den forsynes. I én utførelse som er vist mer spesielt i fig. 2 appliseres temperaturgradienten G i en valgfritt regulær bestemt syklus som har perioder hvorunder den termiske gradient påføres og mellom dette så har den perioder hvor 35 et zero eller et motsatt signal eller termisk gradient forsynes.

Det skal også vurderes at den termiske gradient G forsynes over en aktiv sone Z_a av rørledningen 2 i større eller mindre grad i lengderetningen av rørledningen. På samme måte kan den aktive sone Z_a utgjøre hele omkretsen av rørledningen 2. Naturlig, spesielt med rørledninger med stor diameter, kan det besørges forsyning av den termiske gradient over et flertall forutbestemte angulære sektorer av omkretsen av rørledningen.

Installasjonen 1 av oppfinnelsen omfatter også minst én sensor 7 for å måle varmekraft F og som er tiltenkt for å monteres på en sone Z_m på ytteroverflaten av rørledningen 2 som er posisjonert i en gitt avstand fra den aktive sone Z_a i lengderetningen av rørledningen 2. Denne "måle"-sone Z_m for å måle varmekraft er således posisjonert ved en forutbestemt avstand fra den aktive sone Z_a langs den langsgående akse A av en slik rørledning. Med andre ord er produksjonskilden 3 og målesensoren 7 posisjonert på to forskjellige vinkelrette seksjoner av rørledningen 2. Det skal fremgå at målesensoren 7 kan installeres oppstrøms eller nedstrøms fra kilden 3 i forhold til fluidets strømningsretning på innsiden av rørledningen.

Varmekraft-målesensoren 7 er montert for å måle varmeutveksling (dvs. watt per kvadratcentimeter (W/cm^2)) mellom rørledningen 2 og fluidstrømmen på innsiden av rørledningen. Det skal observeres at målesensoren 7 er tilpasset til å være termisk transparent idet avleiringsproblemer er intimt relatert til temperaturverdier målt i periferien av rørledningen 2. Med andre ord, målesensoren 7 er tilpasset for å unngå lokalt modifisering av temperaturprofilen på utsiden av rørledningen 2. Videre, gitt det faktum at råoljetransportrørledninger 2 er generelt termisk isolerte med isolasjon eller belegging, er en målesensor 7 installert under en slik isolasjon, for å unngå forandring i den termiske omgivelse for rørledningen.

I én utførelse omfatter en slik sensor 7 for å måle varmekraft et fleksibelt bånd såsom et neoprenbånd som har én eller flere fluks-målere monterte på for å distribueres rundt omkretsen av rørledningen. Når et fluksmeter monteres

på en gitt sektor av rørledningen kan den måle varmeutbytt-
ing mellom fluidet som transporteres og nevnte sone i rør-
ledningen. Et slikt bånd kan enten tilpasses på rørledning-
en 2 under den termisk isolerende isolasjon, eller kan
5 ellers integreres direkte i rørledningen under framstill-
ingen derav. En slik målesensor 7 kan også inkludere en
probe for å måle utside overflatetemperaturen i rørled-
ningen 2.

Målesensoren 7 er tilkoblet til kontroll- og
10 prosessormiddel 5 via en forbindelse 8 av enhver type.
Kontroll- og prosessormiddel 5 er tilpasset som en funksjon
av den forsynte termiske gradient og av den målte varme-
fluks for å bestemme om en avleiring D foreligger på inn-
siden av rørledningen 2, ved anvendelse av fremgangsmåten
15 beskrevet nedenfor.

Installasjonen 1 beskrevet ovenfor anvendes som
følger.

Kontroll- og prosessormiddel 5 anvender kilden 3 for å
forsyne en termisk gradient G til den aktive sone Z_a av
20 rørledning 2. Den påførte termiske gradient G kontrolleres
både i effekt og i tid slik at den på identifiserbar måte
kan sammenlignes med enhver termisk variasjon som kan
skyldes omgivelsen på utsiden av rørledningen eller av
fluidet den transporterer. Spesielt tar den påførte ter-
25 miske gradient hensyn til avstanden mellom kilden 3 og
målesensoren 7. F. eks. påføres den termiske gradient
syklisk. Et eksempel som viser en mulig form for påført
termisk gradient G er gitt i fig. 2.

I det minste etter at den termiske gradient G har
30 blitt forsynt, anvender kontroll- og prosessormiddel 5
sensoren 7 for å måle varmefluks i en sone Z_m på ytter-
sideoverflaten som er posisjonert i en avstand fra den
aktive sone Z_a . I fravær av en avleiring på innsiden av
rørledningen 2, sendes den injiserte termiske gradient
35 omtrent fullstendig til fluidet som transporteres i
rørledningen 2. Gitt avstanden mellom målesensoren 7 og
kilden 3 som produserer den termiske gradient, så er
varmefluksen detektert i målesonen Z_m praktisk talt ikke

målbar. Et eksempel på en varmeklukssignal F_1 for en rørledning 2 som ikke har noen avleiring er vist i fig. 3.

Når en avleiring D foreligger på innsiden av rørledningen 2 gir avleiringen termisk isolasjon mellom rørledningen 2 og det transporterte fluid. Den termiske gradient injisert via den aktive sone Z_a transmitteres ikke til fluidet, men sendes i hovedsak direkte til strukturen av rørledningen 2 selv. Varmefluksen overføres således til m lesonen Z_m i målesensoren 7. Et eksempel på varme-

5 flukssignalet F_2 som målt ved avleiring D foreligger på innsiden av rørledningen, er vist i fig. 3. Denne målte termiske gradient korresponderer, idet minste delvis til det som er påført og transmittert av rørledningen 2.

Verdien på den målte varmeklukss sammenlignes med en bestemt terskelverdi som er representativ for nærvær av en avleiring D på innsiden av rørledningen 2. Dersom den målte varmeklukssverdi n r eller, overstiger denne terskelverdi, da indikerer kontroll- og prosessormiddel 5 nærvær av en slik avleiring ved et egnet middel, f. eks. i form av et

15 kart, og/eller et lyssignal, en melding, etc.

Frengangsm ten ifølge oppfinnelsen søker således å forsyne en termisk gradient til minst én ytterside overflatesone av rørledningen og   måle varmeklukss ved en gitt avstand fra den appliserte sone, idet minste mens

25 nevnte termiske gradient forsynes, for dermed å bestemme om varmen som defunderer inn i fluidet (ingen avleiring) eller transmitteres av rørledningen (en avleiring foreligger som virker som termisk isolering). Således, idet en avleiring D foreligger, så eksisterer det en koalasjon mellom forsyning

30 av en termisk gradient og forekomst av en varmeklukss ved en gitt avstand fra appliseringspunktet. Det fremgår at ved anvendelse av en serie flukssm lere, hvert assosiert med en respektiv sektor i omkretsen av rørledningen, så blir det mulig å oppnå målinger som tar hensyn til forskjellige

35 gjennomstr mningsregimer som kan forekomme for et fluid som omfatter en væskefase og en gassig fase. I tillegg, ved anvendelse av et flertall flukssm tere i en avstand fra hverandre så er det mulig å detektere nærvær av en avleir-

ing for hver av målesonene assosiert med et respektiv fluksmeter.

I en fordelaktig utførelse så gjør oppfinnelsen ifølge foreliggende søknad det også mulig å bestemme tykkelsen på en slik avleiring D ved å sammenligne de målte varmeklukser med varmekluksen målt i løpet av et kalibreringstrinn. I en bestemt utførelse kan toppverdiene for den målte varmeklukse detekteres for å muliggjøre sammenligning av denne topp-til-topp-verdi av signalene til terskelverdien i noe som indikerer en avleiring foreligger på innsiden av rørledningen.

Industriell appliserbarhet

Den foreliggende oppfinnelse gjør det således mulig å detektere nærvær av en faststoffase eller en avleiring på innsiden av en rørledning, og også for å måle tykkelsen av slik en avleiring. Slik detektering eller måling kan utføres enkelt ved å montere målesensoren 7 og varmeproduksjonskilden på forskjellige typer fleksible eller rigide rørledninger, og utfører dette på enten en integrert måte eller på en tilpasset måte. Slik montering kan forsynes til fluid-transporterende rørledninger, spesielt til offshore-rørledninger lokalisert ved større dybder. Naturlig kan kontroll- og prosessormiddel 5 enkelt være i en avstand fra rørledningen 2 ved å anvende forbindelser 4, 8. Videre kan slik en installasjon kombineres med andre teknikker for å måle mengden av en avleiring, f. eks. en vibrasjonsteknikk som forklart i patentsøknad FR 2 754 898.

P A T E N T K R A V .

1. En fremgangsmåte for å detektere en avleiring (D) som kan dannes på innsiden av et fluid-transporterende
5 rørledning (2) k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter:
 - forsyne en termisk gradient (G) til minst én "aktiv" sone (Za) på yttersideoverflaten av rørledningen,
 - måle varmeksluoen (F) i minst én sone (Zm) på
10 yttersideoverflaten av rørledningen som er posisjonert i en gitt avstand fra den aktive sone ved vurdering av lengden av rørledningen, og
 - detektere når varmeksluoen korresponderer i det minste delvis til det påførte termiske gradient og transmittert av rørledningen overstiger en forutbestemt terskelverdi som er indikativ på nærvær av en avleiring på innsiden av rørledningen.
2. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1, k a r a k -
20 t e r i s e r t v e d at den består i å forsyne en termisk gradient (G) i en forutbestemt syklus.
3. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter
25 forsyning av en termisk gradient (G) i en aktiv sone (Za) som utgjør en omkrets av rørledningen.
4. Fremgangsmåte i samsvar med et av kravene 1-3, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter
30 forsyning av en termisk gradient (G) med en varmekproduksjonskilde (3) tilpasset eller integrert i rørledningen.
5. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at den omfatter måling av
35 varmeksluoen (F) ved én eller flere sektorer i en omkrets av rørledningen.

6. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1 eller krav 5, karakterisert ved at den består av å måle varmekfluksen (F) ved hjelp av en varmekfluksensor (7) tilpasset til, eller integrert i rørledningen.

5

7. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1, karakterisert ved at den består i å bestemme tykkelsen av avleiringen (D) ved å sammenligne den målte varmekfluks med varmekfluksen målt under et kalibreringstrinn.

10

8. Installasjon og implementering av en fremgangsmåte ifølge krav 1, for å detektere en avleiring (D) som kan dannes på innsiden av en fluid-transporterende rørledning (2), karakterisert ved at installasjonen omfatter:

15

- minst én produksjonskilde (3) for å produsere en termisk gradient (G), hvor kilden er innrettet for montering på en "aktiv" sone (Za) på yttersideoverflaten av rørledningen,

20

- minst én målesensor (7) for å måle varmekfluks (F), idet sensoren er tilpasset for montering på en sone (Zm) på yttersideoverflaten av rørledningen posisjonert i forhold til den aktive sone inngitt avstand ved vurdering av lengden av rørledning, og

25

- kontroll- og monitoreringsmiddel (5) tilkoblet til produksjonskilden (3) og målesensoren (7) og tilpasset for å detektere når varmekfluksen korresponderende i det minste delvis til det påførte termiske gradient og transmittert av rørledningen overstiger en forutbestemt terskelverdi som indikerer nærvær av en avleiring på innsiden av rørledningen.

30

9. Installasjon i samsvar med krav 8, karakterisert ved at monitoreringsmidlet (5) omfatter middel for å bestemme tykkelsen på avleiringen ved å sammenligne den målte varmekfluks og varmekfluksen målt under et kalibreringstrinn.

35

10. Installasjon i samsvar med krav 8 eller 9,
k a r a k t e r i s e r t v e d at kontroll- og
monitoreringsmiddel (5) omfatter middel for å detektere
5 toppverdier av det målte varmekullsignal slik at topp-til-
topp verdien av signalet kan sammenlignes med terskel-
verdien som indikerer nærvær av en avleiring på innsiden av
rørledningen.
- 10 11. Installasjon i samsvar med krav 8, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at produksjonskilden (3) for å
produsere en varmegradiant er i form av et fleksibelt bånd
tilpasset til, eller integrert i rørledningen.
- 15 12. Installasjon i samsvar med krav 8, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at målesensoren for å måle
varmekull (7) er dannet av et fleksibelt bånd utstyrt
med én eller flere fluksmålere og tilpasset til, eller
integrert i rørledningen.

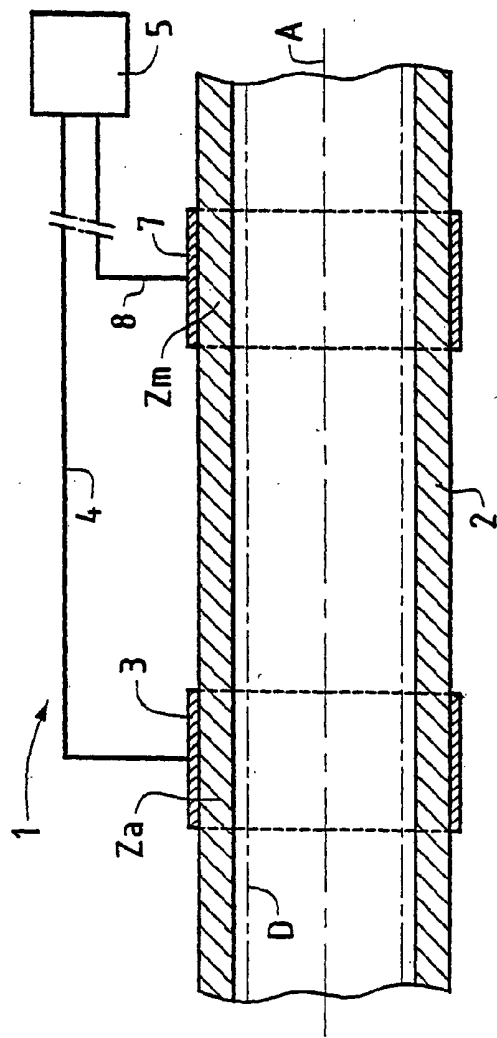


FIG.1

