



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **311465**

(13) B1

(51) Int Cl⁷ G 01 N 22/00

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19911309	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1989.10.05, PCT/US89/04494
(22) Inng. dag	1991.04.04	(85) Videreføringsdag	1991.04.04
(24) Løpedag	1989.10.05	(30) Prioritet	1988.10.05, US, 254415
(41) Alm. tilgj.	1991.06.05		
(45) Meddelt dato	2001.11.26		

(71) Patenthaver	Den norske stats oljeselskap AS, 4035 Stavanger, NO
(72) Oppfinner	Scott G. Gaisford, Brisbane, CA, US John P. Watjen, Sunnyvale, CA, US Bjørn G. Bjørnsen, Sandnes, NO
(74) Fullmektig	Rolf Chr. B Larsen - ABC-Patent, Siviling. Rolf Chr. B. Larsen AS, 0602 Oslo

(34) **Benevnelse** **Overvåkningsanordning og fremgangsmåte for å bestemme forhold ved en sammensetning som inneholder flere komponenter, samt målesystem med minst én slik anordning**

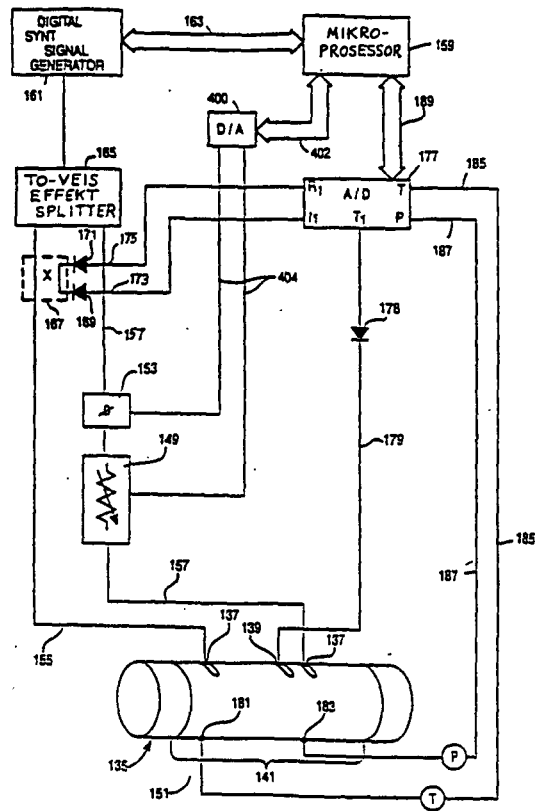
(36) **Anførte publikasjoner** EP A2 268399, JP A 56-39448, US 3498112, US 3688188, US 3720890, US 4423623, US 4764718

(57) Sammendrag

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og en anordning for overvåkning av en sammensetning med flere komponenter.

En radiofrekvent bro-teknikk benyttes for å bestemme parametrene til de komplekse, dielektriske egenskaper for faste stoffer, væsker, gasser og blandinger av slike stoffer. Bestemmelsen av parametrene utføres i en elektrisk isolert, fysisk sett åpen struktur som tillater kontinuerlig overvåkning eller sats-overvåkning av materialene og deres blandinger. En fremgangsmåte og et apparat er tilveiebragt for å måle sammensetningen av fler-komponent prosess-strømmer som flyter gjennom rør eller kanaler. Fremgangsmåten benytter røret hvori blandingen flyter som en bølgeleder i hvilken fremadskridende, radiofrekvent, elektromagnetisk energi induseres gjennom de elektrisk belastede åpninger (137). Den dielektriske måling utføres på en elektrisk sett isolert strøm gjennom en testseksjon (135) som induserer konstruktive eller destruktive interferensmønstre ved karakteristiske frekvenser. Den karak-

teristiske frekvens fastlegger di-elektrisitetskonstanten for blandingen. De di-elektriske egenskaper benyttes i sin tur til å fastlegge blandingsforholdene. En tetthetsmåling foretas også for strømmer som inneholder tre komponenter, slik som olje, vann og gass. Temperatur- og trykkmålinger utføres for å korrigere for temperatur- og trykk-induserte variasjoner i kalibrert komponentimpedans og tetthetsverdier.



Foreliggende oppfinnelse angår en overvåkningsanordning og fremgangsmåte for å bestemme forhold ved en sammensetning som inneholder flere komponenter, hvilken sammensetning enten er stasjonær eller flyter gjennom rør eller kanaler hvor
5 komponentene har ulike elektriske impedanseegenskaper og kan, eller kan ikke, foreligge i ulike tilstander eller faser. Foreliggende oppfinnelse angår spesielt anordninger og fremgangsmåter for å fastlegge volumetriske fraksjoner av den enkelte komponent i sammensetningen av fler-komponent-fluid-
10 er, -faststoffer og blandinger av slike stoffer, hvis komponenter har ulike elektriske impedanseegenskaper. Fluidene, faststoffene og blandinger av disse, kan foreligge stasjonært, bevege seg satsvis eller flyte kontinuerlig. Mer spesielt angår oppfinnelsen også et målesystem og et apparat
15 som kan benyttes for slike ting som kontinuerlig og/eller stasjonær overvåkning av sammensetningen, nedenfor også kalt blandingen av væsker i gasser, faststoffer i væsker, og blandinger av faststoffer, væsker og gasser.

Generelt kan de mange mulige utførelser av foreliggende
20 oppfinnelse, av hvilke enkelte foretrukne utførelser er beskrevet i foreliggende beskrivelse, realiseres ved økonomiske og praktiske overvåkningsanordninger for blandinger, hvilke anordninger tilfredsstiller behovene til et bredt spekter av ulike industrier og laboratorier. Et karakteristisk trekk ved
25 foreliggende oppfinnelse er at dens utførelser kan, når det er ønskelig, formgis og konstrueres slik at oppfinnelsen blir en integrert del av prosessene som skal overvåkes uten å gripe inn i prosessene. Likeledes kan anordningene i henhold til foreliggende oppfinnelse formgis og konstrueres slik at
30 de tåler prosessene og de påkjenninger de medfører og likeledes det prosessuelle miljøet, samt det øvrige prosessutstyr som de samarbeider med. Anordningene ifølge foreliggende oppfinnelse kan formgis og konstrueres slik at de blir kosteffektive både når det gjelder anskaffelse, installasjon,
35 drift, vedlikehold, reparasjon og/eller utskifting. De kan særlig formgis og konstrueres så de blir hurtigere og yter mer nøyaktige og får mer omfattende måleområder enn tidligere overvåkningsanordninger for sammensetninger. De kan konstrueres og formgis så de gir muligheter for å overvåke sammen-

setninger for et bredt område av anvendelser som det i dag ikke er mulig å overvåke med noen anordning.

Ved en mengde prosesser som innbefatter faste stoffer, væsker, gasser og blandinger av slike stoffer, og hvor
5 komponentene og blandningene kan være stasjonære, bevege seg satsvis eller strømme kontinuerlig, er det behov for nøyaktige, relativt rimelige fremgangsmåter og anordninger for å overvåke sammensetningen. Videre er det ofte ønskelig at disse overvåkningsanordninger er i stand til å arbeide i
10 samme produksjonslinje som prosessene, for å unngå omveier eller parallellkjøringer i prosessen av rene overvåkningsgrunner. Det er ofte ønskelig at overvåkningsanordningen ikke trenger seg inn i prosessen eller strømmen slik at den ikke griper inn i prosessen som skal overvåkes og/eller hindrer at
15 overvåkningsanordninger ødelegges, f.eks. ved prosesser som er sterkt korrosive og/eller erosive.

Typisk sett er slike overvåkningsbehov for sammensetninger av masser relatert til kvalitet og kvantitet av produkter som kjøpes og selges, produkter som fremstilles
20 eller produkter som lagres. Like stort er behovet for overvåkning av sammensetningen i forbindelse med prosess-styring, produktivitet og sikkerhet.

Blant prosesser som har behov for overvåkning av sammensetning er en spesiell prosess oljefremstilling. Uansett om
25 oljeproduksjonen skjer på land, på offshore-plattformer eller på selve sjøbunnen, eksisterer det i alle tilfelle et udekket behov for kontinuerlig overvåkning av de mengder av olje, vann og gass som blir produsert. Det er mange ulike grunner for å overvåke disse tre komponenter, men det felles formål
30 er å optimalisere produksjonen.

I dag kan bare de tre komponenter av olje, vann og gass overvåkes individuelt ved hjelp av separatorer. For individuell brønntesting benyttes mindre separatorer med mindre kapasitet enn selve produksjonsseparatorene. Disse er vanligvis kjent som prøveseparatorer. Innen et gitt område er vanligvis bare én prøveseparator tilgjengelig, og en samtidig overvåkning av alle brønner på kontinuerlig måte er derfor ikke mulig. Isteden blir brønnene bare testet ved intervaller, som typisk kan være én eller to ganger i måneden, men

lengre intervaller er heller ikke uvanlig. En slik sjelden og utilfredsstillende brønnprøving skyldes også den iboende sendrektighet i selve separasjonsprosessen og det nødvendige rutinevedlikehold som omfatter fjerning av avleiringer, slik
5 som sand. I tillegg representerer dette arbeidskrevende og tidkrevende prosedyrer for å føre deler av produksjonen fra de individuelle brønner til prøveseparatoren.

—Det er derfor åpenbart at det foreligger et spesifikt behov for en rimelig og praktisk monitor eller overvåknings-
10 anordning for overvåkning av sammensetningen som kontinuerlig kan måle mengdene av olje, vann og gass som produseres av hver individuell brønn innen et produksjonsfelt eller reservoar for å kjenne yteevnen og tilstanden til hver brønn. Fra disse individuelle målinger kan det trekkes konklusjoner om
15 endringer i reservoaret som kan påvirke produksjonshastighetene og den totale utvinning.

En annen ulempe med prøveseparatorer er at de på offshore-plattformer utgjør betydelige strukturelle kostnadselementer. Testseparatorene veier typisk 15-20 tonn, opptar
20 en betydelig plass på plattformen og krever spesialmannskap for drift og vedlikehold. Vekt, plass og personellbehov er viktige kostnadsfaktorer på plattformer, hvor f.eks. kostnadsbelastningen pr. metrisk tonn ligger et sted mellom 200.000 og 600.000 \$. På plattformene er det således et
25 spesielt behov for å erstatte prøveseparatorene med overvåkningsanordninger for sammensetningen, såsant disse anordninger er lette i vekt og ikke krever mannskap for drift. Ved borerigger i offshore-anlegg er et ekstra incitament for å erstatte prøveseparatorene med annet utstyr at deres funksjoner blir forstyrret av bevegelser av plattformen (rulling
30 og stamping) som også gjør at de blir mindre trygge å betjene.

For boring generelt er det også et behov for en overvåkningsanordning for sammensetningen og særlig hvis anordningen kan måle, på kontinuerlig måte, olje-, vann-, gass- og
35 faststoffinnholdet i den returnerende boremasse. Blant årsakene til slik overvåkning er det mest viktige å få vite om reservoaret tilfører væsker til den returnerende boremassen, og dersom dette er tilfelle, ved hvilken hastighet eller

mengde. En slik reservoarproduksjon kan forvarsle en mulig utblåsning som kan bli hindret med en tidlig advarsel.

De eksisterende muligheter for å detektere slike innstrømmende væsker fra reservoaret er primitive og langfra
5 adekvate. De består f.eks. av væsknivådetektorer med store tanker som er ufølsomme overfor små endringer i væskevolumet.

En meget kostbar oppgave under overvåkning av sammensetninger i offshore-anlegg, er den som omfatter testing av produksjonen fra undersjøiske brønnhoder, særlig når produksjonen fra flere brønnhoder sammenblandes i én eneste produksjonslinje til en mottagerstasjon. For å unngå å stenge av
10 alle brønnene bortsett fra den ene som skal testes, må det benyttes en ekstra testlinje til mottagerstasjonen som den individuelle brønnproduksjonen føres til, for testing ved mottagerstasjonen. Installering av en ekstra linje er i seg
15 selv kostbar, men avledning og føring av en individuell brønnproduksjon krever ekstra utstyr, konstruksjoner og styringer som, særlig ved undersjøiske omgivelser, kompliserer og reduserer den totale pålitelighet av produksjonen. Det er
20 derfor klart at det foreligger et stort økonomisk og praktisk behov for overvåkningsanordninger av sammensetningen, hvilke anordninger kan forefinnes som en integrert del av hvert undersjøisk brønnhode slik at bare overvåkningsresultatene må overføres til mottagerstasjonen via kabel eller ad akustisk
25 vei.

Kanskje det aller største behov for overvåkning av sammensetningen i brønnproduktet finnes ved installasjoner nede i brønnen ved sonen eller sonene som er produktive i reservoaret. Idag foreligger intet slikt utstyr.

30 Oljeindustrien har et ytterligere behov for kontinuerlig måling av små vannmengder som forefinnes i olje for det formål å ivareta overføringen ved leveringspunktene, ved punkter langs rørledningen, ved mottagerstasjoner og i den ytterligere behandling/prosessering og raffinering av oljeprodukter. Nå for tiden blir offentlige målinger foretatt ved at det
35 ofte tas små produktprøver, fra hvilke vanninnholdet fastlegges, vanligvis ved titreringsprosesser, og opptegnes for å gi en statistisk bestemmelse av det totale vanninnhold. Som man kan forvente resulterer det forhold at man ignorerer

vanninnholdet mellom prøvetagningene i store uenigheter om måleprosedyrene og resultatene mellom selgere og kjøpere.

I oljeindustrien benyttes ofte injeksjon av damp i reservoaret for å forbedre og/eller muliggjøre produksjon av tunge oljer, det vil si høyviskøse oljer som ikke kan strømme fritt og ikke kan pumpes. For å utvinne slike oljer blir damp som har høyt energi-innhold og som lett kan gjennomtrengere reservoaret, injisert i dette slik at den termiske energi som frigjøres når gassen kondenseres, vil varme opp oljen og senke dens viskositet tilstrekkelig til at den kan produseres. Under dampinjeksjonen og etter denne, blir alle produksjonsbrønner i reservoaret stengt av. Etter en tid, når man antar at all vanndamp er kondensert i reservoaret, begynner produksjonen og den fortsettes inntil dampinjeksjon påny fordres. Fremgangsmåten som her er beskrevet betegnes vanligvis som "huff and puff" eller "pust-og-pes" metoden, men det finnes også dampdrevne felt hvor injeksjonen av damp og selve produksjonen foregår kontinuerlig. Av det ovennevnte fremgår tydeligvis at det er økonomisk ønskelig å overvåke kvaliteten på den injiserte damp. Jo høyere gassinholdet er, jo høyere vil kvaliteten være. Like klart er den økonomiske betydning av å vite hvorvidt de produserte væsker inneholder ikke-kondensert damp eller ei, noe som vil representere ubenyttet energi.

Oljeindustrien og en vesentlig del av alle dampprodusenter og brukere har derfor behov for overvåkningsanordninger som kontinuerlig kan overvåke kvaliteten av damp. Et annet eksempel på slike produsenter og brukere er kjernekraftverk.

Utenfor oljeproduksjonen finnes mange industrier og forretningsområder hvis produkter og prosesser krever en nøyaktig overvåkning av sammensetninger, men hvor det ikke finnes adekvat overvåkningsutstyr for kontinuerlig og/eller satsvis overvåkning.

Innen tremasse og papirindustrien er det behov for kontinuerlig overvåkning av vanninnholdet i tremassen som pumpes inn i forbrenningsovnene. Dersom overflødig vann foreligger i massen, er det fare for at ovnen vil eksplodere. Da det ikke finnes noen egnet, nøyaktig, ikke-påvirkende overvåkningsanordning, vil endel tremasse og papirprodusenter

regelmessig budsjettere med eksplosjoner av ovner. Nøyaktige overvåkningsanordninger kunne benyttes til å advare mot for høyt vanninnhold i massen.

Innenfor næringsmiddelindustrien foreligger også et
5 behov for en overvåkningsanordning som hurtig kan bestemme sammensetningen av behandlede og/eller rå matvarer. Av særlig betydning er vanninnholdet. Meieri-industrien er et typisk eksempel. Fett- og vanninnholdet i melk og melkeprodukter må tilfredsstillende visse spesifikasjoner for å kunne selges på
10 markedet, men likevel er ingen adekvate overvåkningsanordninger for kontinuerlig måling av fett- og vanninnholdet funnet. Følgelig må meieriprodusenter tilsette ekstra melkefett i sine produkter for å sikre at de tilfredsstiller spesifikasjonene. Dersom en nøyaktig, enkel og kontinuerlig
15 fett- og vann-overvåkningsanordning var tilgjengelig, ville det ekstra melkefettet kunne avsettes til produksjon av smør eller iskrem.

Systemer for transport og fordeling av brensel har også et behov for en nøyaktig anordning, for kontinuerlig måling
20 og overvåkning av vanninnholdet i brennstoffene. Det er f.eks. et behov for å måle vanninnholdet i brennstoffene til jet-motorer idet disse pumpes inn i flyene. En liten prosentdel vann tilsettes disse jet-brennstoffene for å bedre forbrenningen, men dersom overskuddsvann foreligger, kan alvorlige problemer inntreffe under drift, innbefattet maskin-
25 svikt.

Innenfor petrokjemiske og kjemiske industrier finnes en vrimmel av behov for overvåkning av sammensetninger hvor væskene som er involvert ikke må være vann. Eksempler på
30 slike prosessvæsker er plastresiner, polymerer, alkoholer, syrer og organiske løsninger. I hvert tilfelle foreligger et behov for en enkel, kontinuerlig, robust, kjemisk inert og rimelig overvåkningsanordning som kontinuerlig kan måle sammensetningen av blandinger av slike kjemikalier mens de
35 behandles og renses.

For mange av overvåkningseksempelene av nevnte sammensetninger finnes det for tiden ingen tilgjengelig teknologi for å gjennomføre oppgavene med prosessovervåkning. Et formål med foreliggende oppfinnelse er å beskrive en overvåknings-

anordning og apparatur som tilfredsstiller de sentrale overvåkningskrav som er felles for slike sammensetninger og mange andre beslektede anvendelser. De vanligste kravene er at overvåkningsanordningen skal være:

- 5 1) anordnet i prosesslinjen,
- 2) gi kontinuerlig måling (dvs. med en kort måletid-syklus),
- 3) istand til å motstå
- vanskelige prosessbetingelser,
- 10 høye interne temperaturer og trykk,
- korrosive prosesskomponenter,
- abrasive komponenter,
- viskøse væsker,
- 4) ikke-angripende,
- 15 5) nøyaktig,
- 6) ufølsom for geometrien utenfor testseksjonen, 7)
- pålitelig,
- 8) relativt rimelig,
- 9) tilstrekkelig robust til å motstå industrielle
- 20 omgivelser.

Trekket med å anvende et strømførende rør som inngår i prosessen som bølgeleder for å utføre radiofrekvente dielektriske målinger på prosess-strømmen, er ikke nytt. Annen apparatur som er beskrevet i patentlitteraturen og som be-

25 skriver radiofrekvente bølgeledermålinger av permittiviteten utført i rør, avviker betraktelig hva deres funksjon angår. De fleste systemer benytter amplitudemålinger og for disse vil nøyaktigheter på endog én del av tusen være vanskelig å opprettholde over noe tid. Eksempler på slike systemer er

30 angitt i US-patent nr. 4.651.085 (Sakurai); 3.498.112 (Howard); 3.883.798 (Free); 4.301.400 Paap. Enkelte måler fasen slik som US-patent nr. 4.423.623 (Ho). Her vil også en nøyaktighet bedre enn én del på tusen over noen tid, være vanskelig å oppnå. Det sistnevnte patent hevder å måle

35 sperrefrekvensen for en bølgeleder, noe som fundamentalt sett er en amplitudemåling som en funksjon av frekvensen. Imidlertid er definisjon av "cut off frequency" noe vilkårlig og den vil normalt ikke kunne måles direkte. I virkeligheten benytter apparatet som er beskrevet i det sistnevnte US-patent

(Ho) enten amplitude- eller fase-målinger og er således heller ikke i stand til å oppnå den presisjon som gjelder for en virkelig frekvens-diskriminerende anordning. US-patent nr. 3.883.798 (Free) måler frekvensen, men er ikke velegnet for å

5 måle sammensetningen av materialer innenfor et bredt område og med store variasjoner i permittivitet. Den der viste anordning isolerer sin testseksjon ved å tilveiebringe ulik feltorientering ved hver ende av testseksjonen. Mens en slik forskjell i feltorienteringen lett kan oppnås ved en bølgeleder

10 med rektangulært tverrsnitt, kan den ikke fås ved bølgeleder med sirkulært tverrsnitt. For å tilveiebringe en sentral, kontinuerlig tilførselsvei i dette patent (Free), vil materialprøver, med en permittivitet i likhet med den som gjelder for materialet som måles i anordningen, bli tilveiebragt i

15 avslutningene ved begge ender av testseksjonen. Anordningen er mindre følsom jo større variasjonen mellom permittiviteten til prøvestykket og permittiviteten til materialet som måles er.

En rekke andre overvåkningssystemer for væsker er tidligere kjent. Meador med flere har i US-patent nr. 4.458.524 vist en analysator for produksjonsstrømmen av råolje, og her benyttes målinger av dielektrisitetskonstant, tetthet og temperatur for å fastlegge sammensetningen av råoljestrømmen. Den her viste anordning stoler også på faseforskyvninger for

25 å fastlegge dielektrisitetskonstanten. Andre overvåkningsanordninger for måling av sammensetninger er vist i følgende US-patenter: nr. 3.688.188 (Bak m.fl.); 3.816.811 (Cmelik); 3.826.978 (Kelly); 3.889.182 (Easley); 3.897.798 (De Vale); 4.104.585 (Schofield); 4.124.475 (Zetter); 4.266.188

30 (Thompson); 4.288.741 (Dechene); 4.327.323 (Walker); 4.340.938 (Rosso); 4.345.204 (Shelley); 4.370.611 (Gregory); 4.387.165 (Youngblood); 4.429.273 (Mazzagatti); 4.441.362 (Carlson); 4.543.191 (Stewart); 4.555.661 (Benson); 4.559.493 (Goldberg). Ingen av disse systemene er imidlertid i stand

35 til å overvåke flerkomponents fluider som strømmer gjennom et rør uten å virke forstyrrende på fluidstrømmen eller uten å utsette systemkomponentene for å bli ødelagt av fluidet.

Kapasitansmålere og konduktivitetsmålere er tidligere vanligvis blitt benyttet for overvåkning av sammensetningen

av prosess-strømmer i væsker. F.eks. er kapasitansmålere vist i US-patent 4.266.425, Allport and Scott; europeisk patent-søknad 0268399. Impedansovervåkningsmetoden som gjør bruk av radiofrekvens og er beskrevet i denne beskrivelsen, har flere fundamentale forskjeller like overfor disse lavfrekvente metoder. Lavfrekvente anordninger er mer strømningsfølsomme og mer følsomme for saltinnholdet i vannet. Kapasitansmålere arbeider ikke nøyaktig når vannet er den kontinuerlige fasen til en blanding, unntatt når konduktiviteten til vannet er liten. Det er dessuten svært vanskelig å konstruere en enkelt måleenhet som er i stand til å måle permittiviteten og konduktiviteten til prosess-strømmer med impedanseegenskaper i likhet med dem som finnes i olje-/vann-blandinger. Grunnen til dette er at de relative impedansnivåer for oljeholdige blandinger og blandinger hvor vann er bæreren, avviker fra hverandre med mange størrelsesordner. Endelig er ikke potensialnøyaktigheten til kapasitansmålere noe nevneverdig bedre enn én del til tusen for langtidsbruk, fordi kapasitansene som måles er så små - fullt utslag representerer bare noen titalls pikofarad. Stabilitet er vanskelig å oppnå på grunn av avvik i kapasitansen til signallinjen, temperaturforandringer, signalforandringer osv. Fra et mekanisk synspunkt benytter mange kapasitansmålere koaksiale elektroder, hvorav den ene er sentrert midt i røret. Med en slik konfigurasjon vil det være umulig å rense røret med vanlige teknikker. Dessuten blir elektrodene da utsatt for de korrosive og abrasive omgivelser som finnes i mange prosess-strømmer.

Det er videre kjent innenfor dette tekniske område å benytte krysskorrelasjonsteknikker for å fastlegge strømningshastigheten fra målinger tatt langs ulike punkter i et kar gjennom hvilket et fluid strømmer. Slike anordninger for måling av strømningshastighet er f.eks. vist i US-patent 3.762.221 (Coulthard); 3.967.500 (Forster); 4.248.085 (Coulthard); 4.257.275 (Kurita); 4.380.924 (Nakamoto); 4.402.230 (Raptis); 4.417.584 (Cathignol); den ovennevnte 4.423.623; 4.693.319 (Amemiya) og 4.708.021 (Braun). Imidlertid oppnår alle disse anordningene målinger som er krysskorrelerte på en annen måte enn i foreliggende oppfinnelse. US-patent nr. 4.548.506 viser kryss-korrelerte signaler

basert på dielektrisitets-egenskapene til et materiale, men ikke for å bestemme strømningshastigheten.

Endelig må det nevnes at beslektet overvåkningsutstyr er omtalt i følgende patenter:

- 5 JP 56.39448
- US 3.720.890
- US 4.764.718

Imidlertid gir heller ikke de løsninger som der er beskrevet, de fordeler og den allsidighet som foreliggende oppfinnelse
10 medfører.

Følgelig er det et formål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en ny overvåkningsanordning for fluid som består av flere komponenter, samt en overvåkningsprosess som vil overvåke sammensetningen av et slikt multikomponent fluid
15 som strømmer i et rør uten at det på noen vesentlig måte griper inn i fluidstrømmen.

Et annet formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en slik overvåkningsanordning og prosess, hvor aktive, elektriske komponenter i overvåkningsanordningen ikke
20 trenger å være i fysisk kontakt med fluidet.

Det er ytterligere et formål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en slik overvåkningsanordning og prosess som er i stand til å overvåke sammensetningen av et fluid med flere komponenter og med et bredere område med
25 dielektriske egenskaper enn det som er mulig med tidligere kjente overvåkningsanordninger og prosesser.

Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en slik overvåkningsanordning og prosess som er i stand til å overvåke sammensetningen av et fluid med flere
30 komponenter og med høyere ledningsevne enn det som er mulig med tidligere kjente overvåkningsanordninger og prosesser.

Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en slik overvåkningsanordning og prosess som er i stand til å overvåke en slik fluidsammensetning når en av
35 komponentene i blandingen er saltvann.

Enda et annet formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en slik overvåkningsanordning og prosess hvor det genereres et stående, elektromagnetisk bølgemønster, noe som forenkler transduser-mekanismen og bedrer nøyaktigheten.

Det er enda et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en overvåkningsanordning og en prosess som er i stand til å bestemme hvorvidt fluidet som overvåkes er jevnt blandet.

5 Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en overvåkningsanordning og en prosess hvor sammensetningen av en strøm med tre komponenter fastlegges på basis av målinger av dielektrisitetskonstant og/eller ledningsevne og tetthet.

10 Det er enda et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en svært nøyaktig, frekvensdiskriminerende strømningsmonitor for et fluid med to komponenter.

Et annet formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et system som innbefatter en slik overvåkningsanordning og en prosess som er i stand til å måle strømningshastigheten til et fluid, og hvor sammensetningen av fluidet overvåkes av overvåkningsanordningen og prosessen.

Foreliggende oppfinnelse beskriver en fremgangsmåte for overvåkning og et apparat som er i stand til å tilfredsstille behovet for overvåkning av sammensetninger av denne type. I tillegg kan dette utstyret også benyttes til å overvåke blandinger hvor flere strømningsområder kan opptre fordi komponentene som inngår i blandingen ikke er blandbare. Endelig er utstyret konstruert for enkel produksjon og slik at det vil gi brukeren relativt lave kostnader.

25 Apparatet ifølge foreliggende oppfinnelse arbeider enten ved å måle den radiofrekvente permittivitet og/eller konduktivitet for den prosess-strøm som er av interesse. Når flere enn to komponenter er tilstede kan en tetthetsmåling kombineres med den radiofrekvente impedansmåling. For de fleste anvendelser ligger apparatets operasjonsfrekvens mellom 50 MHz og 3 GHz. Når det er nødvendig utnytter apparatet dessuten temperatur- og trykkinformasjon for å korrigere kalibreringsdata for komponentimpedansen.

35 Foreliggende oppfinnelse gjør bruk av radiofrekvent (RF) bro-teknikk for å parameterisere de komplekse dielektriske egenskaper til materialene i en elektrisk sett isolert, fysisk åpen struktur. De primære RF-parametre som benyttes for å karakterisere materialet under testing, er frekvens og

dempning. Anordningen funksjonerer ved å utnytte metallrøret som prosess-strømmen passerer gjennom som en elektromagnetisk bølgeleder. Elektromagnetisk energi med en egnet frekvens kobles gjennom åpninger som er skåret i røret. Energien måles ved noen avstand nedstrøms i bølgelederen gjennom en annen åpning. Fra denne målingen utledes impedanseegenskapene til blandingen. Blandingens temperatur og trykkdata fra overvåkningsanordninger benyttes til å frembringe korreksjoner for varierende impedanseegenskaper i komponentene. Blandingens impedansdata benyttes i sin tur til å fastlegge sammensetningen av strømmen, enten ved å bruke kalibrerte kurver eller en teoretisk sammensetning like overfor en dielektrisk modell. Fordeler med å bruke bølgelederkonseptet som er tilkoblet via åpninger, er at dette gjør fremstillingen av anordningen relativt enkel og det muliggjør en ikke-innvirkende, prosessmonitor i linjen. Ingen antenner eller elektrod-er rager inn i tverrsnittet til fluidstrømmen inne i røret.

En ytterligere karakteristikk ved fremgangsmåten og appratet i henhold til foreliggende oppfinnelse er at de kan benyttes til å fastlegge hvorvidt prosess-strømmen er jevnt blandet. Denne muligheten er viktig, da mange av områdene hvor anordningen vil ha størst nytteverdi, angår målinger av komponenter som ikke lar seg blande i strømmen. Relatering av de målte impedanseegenskaper med sammensetningen av blandingen avhenger av fluidet som befinner seg i et kjent strømnings-system. -

Et nytt trekk ved konseptet som er beskrevet nedenfor, er anordningen ved hjelp av hvilken målingen utføres. Anordningen er konstruert på en slik måte at innenfor en test-region av kjent lengde, vil fremadskridende elektromagnetiske bølger som beveger seg i motsatte retninger i røret, bringes til å interferere. Ved visse karakteristiske driftsfrekvenser blir interferensen helt og holdent konstruktiv eller destruktiv. Det er en enkel sak å relatere disse karakteristiske frekvenser med permittiviteten til prosess-strømmen i røret. Under drift fungerer apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse ved å sveipe driftsfrekvensen ved inngangs-åpningen eller åpningene og ved å måle innføringstapene via mottaksåpninger anbragt et annet sted i testseksjonen. Når

innføringstapene når et maksimum eller minimum nedtegnes driftsfrekvensen og fluidets permittivitet utledes derav. Anordningen kan være konstruert på mange ulike måter. Flere fremgangsmåter vil bli beskrevet i denne beskrivelsen. Det er 5 teknikken rent generelt sett som imidlertid er gjenstand for foreliggende oppfinnelse.

I et godt konstruert apparat som gjør bruk av konseptet med interferens-seksjon, vil de karakteristiske frekvenser være svært nøyaktig definert, og dette fører til at en 10 utrolig grad av nøyaktighet er mulig ved bestemmelse av de karakteristiske frekvenser. Det er faktisk mulig å identifisere disse bedre enn én til 10^5 (10 kHz til 1 GHz). Instrumentering for å generere og måle frekvenser med en slik presisjon er lett tilgjengelig. Det er på grunn av disse 15 fundamentale karakteristikker at fremgangsmåten og anordningen i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes for slike bruksområder som overvåkning av dampkvalitet, samt regelmessig overvåkning av oljekvaliteten i rørledninger. Slike anvendelser krever en nøyaktighet i permittivitet på 20 omkring 1 del til 10000 eller bedre.

De ovennevnte og beslektede formål kan nås ved å benytte den nye overvåkningsanordningen for multikomponent-sammensetninger og ved prosessen eller fremgangsmåten som er forklart nedenfor. Ved et aspekt av foreliggende oppfinnelse 25 omfatter en overvåkningsanordning for fluid i henhold til oppfinnelsen en anordning for å generere en elektromagnetisk interferens i en prøveseksjon som er bygget inn i en seksjon av et rør eller en annen struktur som avgrenser et fluid, i hvilket målingene tas. Ved de karakteristiske frekvenser er 30 interferensen konstruktiv eller destruktiv. Den karakteristiske frekvensen kan være enkelt relatert til permittiviteten til prosess-strømmen. En slik målemetode forenkler i sterk grad transduseranordningene og bedrer nøyaktigheten. Ved et annet aspekt av foreliggende oppfinnelse benyttes flere 35 transmisjons- og mottagingsåpninger parvis i måleseksjonen for å fastlegge hvorvidt fluidet i røret er jevnt blandet eller ei. Jevn blanding er vesentlig for nøyaktig overvåkning av sammensetningen av fluidet. Ved et tredje aspekt av foreliggende oppfinnelse blir sammensetningen av en fluidstrøm

som består av minst tre komponenter fastlagt av overvåkningsanordningen og prosessen basert på målinger av dielektrisitetskonstanten eller ledningsevne- og tetthetsmålinger.

- En transduser for en overvåkningsanordning for sammen-
- 5 setninger med flere komponenter ifølge foreliggende oppfinnelse, har en elektrisk ledende vegg som omhyller sammen-
- setningen. En eller flere transmisjonsåpninger for elektromagnetiske bølger samt en mottaksåpning for elektromagnetiske bølger, vender inn mot omhylningen eller innkapslingen.
- 10 Transmisjonsåpningene er innrettet for å danne elektromagnetiske bølger i omhylningen og mottaksåpningen er posisjonert for å motta elektromagnetiske bølger fra omhylningen. En induksjonsanordning for å indusere et elektromagnetisk interferensmønster i en testseksjon som omfatter trans-
- 15 misjonsåpningen(e) og mottaksåpningen, er posisjonert mellom to parallelle plan som strekker seg tvers over testseksjonen. Ved et annet aspekt ved foreliggende oppfinnelse innbefatter monitoren som overvåker strømmens sammensetning en isolerende anordning for på elektrisk måte å isolere testseksjonen.
- 20 Oppfyllelsen av de foregående og beslektede formål, fordeler og trekk ved oppfinnelsen vil bli klarere for de som er fagfolk på dette området etter gjennomlesing av følgende mer detaljerte beskrivelse av oppfinnelsen sammen med tegningene, hvor:
- 25 Fig. 1 er en skjematisk, generalisert fremstilling av en - overvåkningsanordning eller monitor for måling av sammensetning, i henhold til foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 2 er en skjematisk fremstilling av en krets som be-
- 30 nyttes for å øke følsomheten av overvåkningsanordningen i henhold til fig. 1.
- Fig. 3 viser en skjematisk fremstilling av en ytterligere krets som benyttes for å øke følsomheten for overvåkningsanordningen i henhold til fig. 1.
- 35 Fig. 4 gir en skjematisk fremstilling av en annen generalisert utførelse av overvåkningsanordningen i henhold til foreliggende oppfinnelse.

- Fig. 5 viser en skjematisk fremstilling av en tredje, generalisert overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 6A viser skjematisk et tverrsnitt av en fjerde, generalisert overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 6B viser et tverrsnitt av en del av den generaliserte overvåkningsanordning vist i fig. 6A.
- Fig. 7-11 viser skjematiske tverrsnitt av generaliserte overvåkningsanordninger ifølge foreliggende oppfinnelse, idet det viser ulike anvendelser av disse.
- Fig. 12 viser en perspektivfremstilling av en første utførelse av en overvåkningsanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 13 viser et tverrsnitt langs linjen 13-13 i fig. 12.
- Fig. 14 viser en grafisk fremstilling av resultater av eksperimenter som er utført med en overvåkningsanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 15 viser et blokkskjema for elektronikk som kan benyttes sammen med overvåkningsanordningen i fig. 12-13.
- Fig. 16 viser en andre utførelse av foreliggende oppfinnelse omfattende et blokkskjema for en andre form av elektronikken som kan benyttes med en modifikasjon av overvåkningsanordningen i henhold til fig. 12 og 13.
- Fig. 17 viser en tredje utførelse av foreliggende oppfinnelse, og omfatter et blokkskjema av en tredje utførelse av elektronikken som kan benyttes med overvåkningsanordningen i henhold til fig. 12 og 13.
- Fig. 18 og 19 er henholdsvis et sideriss og et tverrsnitt av en fjerde utførelse av en overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 20 viser et tverrsnitt av en femte utførelse av en overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.

- Fig. 21 er et tverrsnitt av en sjette utførelse av en overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 22 og 23 er tverrsnitt og enderiss av en syvende utførelse av en overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 24A-24H viser enderiss av modifikasjoner av overvåkningsanordningen i henhold til fig. 23-24.
- Fig. 25 viser et blokkskjema for elektronikken som kan benyttes med overvåkningsanordningene vist i fig. 18-24H.
- Fig. 26-34 er grafiske fremstillinger av resultatene fra eksprimenter som er gjort med en overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 35-36 er henholdsvis enderiss og sideriss av en åttende utførelse av en overvåkningsanordning ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 37 viser et skjematisk sideriss av et system for måling av sammensetningen og omfatter en niende utførelse av overvåkningsanordningen ifølge foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 38 viser et flytskjema for en transduktorprosess som utføres med systemet i henhold til fig. 37.
- Fig. 39-40 er henholdsvis sideriss og enderiss for et overvåkningssystem i henhold til foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 41-43 er blokkskjemaer for elektronikk som benyttes sammen med overvåkningssystemet vist i fig. 39-40.
- Fig. 44-45 er skjematiske sideriss av systemer for å overvåke strømningshastighet i henhold til foreliggende oppfinnelse.

Anvendelsen av frekvens- og dempningsparametre samt den teoretiske basis for denne oppfinnelsen vil nedenfor bli forklart under bruk av transmisjonslinje-modellen vist i fig. 1. I denne figuren splittes et sinusformet radiofrekvent signal fra kilden 2 i to like, signaler som er i samme fase ved 3 og som driver begge ender 4 og 5 av en transmisjonslinje 6. En spenningsdetektor 7 er koblet til denne transmisjonslinjen ved et punkt 8 som ikke ligger like langt fra de

to ender 4 og 5. Antas for denne illustrasjon at spenningsdetektoren 7 er løst koblet til transmisjonslinjen 6 og at transmisjonslinjen er riktig tilpasset ved begge ender, kan man uttrykke spenningen ved sensoren 7 som summen av to vektorer.

$$V_p = V_o[\exp(G \cdot L_1) + \exp(-G \cdot L_2)] \quad (1)$$

hvor den komplekse forplantningskonstant (G) i det tapsfrie tilfellet er imaginær, mens L_1 og L_2 representerer de fysiske lengder mellom endene 4 og 5 til transmisjonslinjen og spenningsdetektoren 7. Det negative fortegn i det andre leddet i ligningen skyldes valg av koordinatsystem. I dette tilfellet har vi latt origo i vårt koordinatsystem være til venstre på figuren. Dette resulterer i at L_1 er positiv mens L_2 blir negativ. Derfor vil, i begge leddene, amplituden til spenningen være mindre enn og dens fase vil være etterslepene, begge deler i relasjon til det respektive drivpunkt. Den komplekse forplantningskonstant avhenger av geometrien for transmisjonslinjen 6 og materialene som den består av. Dersom vi f.eks. konstruerer en hul transmisjonslinje og fyller den med de-ionisert vann, så vil denne sammensatte transmisjonslinjen ha en spesifikk forplantningskonstant og frembringe en spesifikk sensorspenning (en spesifikk amplitude og fase). Dersom vi tilsetter noe salt til vannet i transmisjonslinjen, så vil forplantningskonstanten forandre seg og dermed også sensorspenningen. Da salt introduserer ioner i løsningen, vil løsningens konduktivitet endres, noe som primært viser seg som en forandring i den reelle delen av forplantningskonstanten. Ved sensoren 7 vil tilføyelse av salt føre til en forandring i amplitude mens fasen forblir stort sett uforandret.

Det er flere måter å forbedre det ovennevnte systems følsomhet like overfor slike forandringer. Vi vil nedenfor diskutere flere slike metoder, idet vi er klar over at de som er kjent innenfor dette fagområdet kan benytte andre metoder for å realisere foreliggende oppfinnelse. Den første metoden gjør bruk av en generalisert motstandsbro 9 slik som vist i fig. 2. I dette tilfellet blir referanseinnstillingen av

testcellen (en hul transmisjonslinje, i eksemplet L1) etablert ved å justere dempningsleddet (RT) og faseforskyvningskretsen (ϕT) inntil sensorspenningen blir null. Deretter vil enhver forandring i testcellens impedans og/eller forplantningskarakteristikker skape ubalanse i brokretsen 9. Følsomheten for brokretsen 9 er i dette tilfellet justerbar ved å forandre forholdet mellom impedansene til de faste grenene (R1 og R2).

Den andre metoden benytter oppstillingen 10 som er vist i fig. 3 og genererer referansen null enten ved å justere forskjellen mellom lengdene på transmisjonslinjene (L1 og L2) eller ved å justere frekvensen til den radiofrekvente kilden 2. I begge disse tilfeller er formålet å oppnå en faseforskyvningsforskjell i transmisjonen mellom de to deler av testcellen (L1 og L2) på 180° . Når et tapsmateriale fyller testcellen vil ikke amplitudene for de to bølgeene ved sensoren være like, og følgelig vil de ikke oppheve hverandre for å produsere null. Man må da justere dempningsledd 11 vist i figuren til man oppnår den ønskede null ved sensoren 7. En annen, mindre følsom variasjon av denne teknikken består i å benytte vilkårlige lengder i testcellen, sette inn en faseforskyvningskrets i serie med dempningsleddet og benytte den (istedenfor frekvensen) til å innstille forskjellen i faseforskyvningen i transmisjonen som beskrevet ovenfor.

Den foregående diskusjon antok at transmisjonslinjen var godt tilpasset utenfor testcellen. Dette tillater at man kan ignorere enhver refleksjon på grunn av mistilpasning utenfor testcellen. I praksis kan dette oppnås ved å sette resistive eller reaktive avslutningsseksjoner på begge ender av testcellen. Anvendelsen av resistive termineringer 12 og 13 som vist i fig. 4 vil først diskuteres. I denne figuren blir den radiofrekvente energien koblet inn i testcellen ved punktene A og B. Sensorspenningen kobles ut ved punkt C og den gjenværende energi absorberes av de godt tilpassede termineringer 12 og 13 på den ene eller andre enden (merket T). Dersom vi fortsetter eksemplet med en hul transmisjonslinje slik som et rør, vil disse termineringer 12 og 13 isolere testcellen fra resten av rørsystemet. Med andre ord vil bøyde partier

og/eller ventiler i røret utenfor disse termineringene 12 og 13 ha liten eller ingen effekt på utgangen fra sensoren 7.

For at reaktive termineringsseksjoner skal isolere testcellen fra resten av rørsystemet, må størrelsen på termineringsseksjonens reaktans enten være svært stor eller svært liten. Ideelt sett vil størrelsen på refleksjonskoeffisienten ved grensesnittet mellom testcellen og den reaktive termineringsseksjon være en (1). Når testcellen fylles med et tapsfritt materiale, reflekteres testsignalet frem og tilbake mellom disse termineringer. Som et resultat av dette vil en av signalinngangportene representert ved A og B i fig. 4, kunne sløyfes. Man kan også sløyfe sensoren 7 ved punkt C og innsette en retningskobler i den gjenværende inngangslinje. Signalet som reflekteres av testcellen som overvåkes av denne retningskobler, vil da være sensor-signalet. Denne varianten av oppkoblingen av testutstyret er nyttig for overvåkning av sammensetningen av materialer med små tap, men mangler følsomhet etter som spredningsfaktoren for testmaterialene øker.

En oppkobling 14 for testen under bruk av en testcelle med reaktive avslutninger 15 og 16 og en bedret følsomhet for overvåkning av sammensetningen av tapsmaterialene, er vist i fig. 5. I denne realiseringen gjelder fortsatt relasjonene som er gitt i ligning 1, men nå frembringes den reverserte, vandrende bølge av refleksjonen fra den reaktive terminering 15 eller 16. Det er åpenbart for dem som er kjent innenfor dette tekniske området, at denne type testcelle, i likhet med dem som er beskrevet ovenfor, kan realiseres på mange måter. De reaktive termineringene 15 og 16 kan fremstilles ved å benytte sperrende bølgeledere, båndavvisende strukturer eller andre koblingselementer. Lokaliseringen av kilden 2 og sensoren 7 (A og B i figuren) er variabel i avhengighet av den driftskarakteristikk som ønskes. Kildens og sensorens koblingselementer må ikke ha samme geometri eller være av samme type. En kan benytte elektrisk-feltkobling, mens den andre kan benytte magnetisk-feltkobling.

Som et enkelt eksempel på en slik testcelle vil vi nå betrakte en rektangulær bølgeleder 17 med lengde L, nedenfor kalt testseksjonen, avsluttet i begge ender med lignende

bølgeledere 18 hvis bredde er halvparten av den som gjelder for testseksjonen som vist i fig. 6A. I dette eksemplet ligger lengden for testseksjonen mellom 3 og 4 ganger dens bredde. Tre E-feltprober 19, 20 og 21 antas benyttet, en 19 sentrert langs seksjonens lengde mens de øvrige to 20 og 21 ligger noe mindre enn fjerdeparten av denne lengden fra hver ende av testseksjonen 17, som antydnet i figuren. Dersom et prøvefluid med lave tap tillates å flyte gjennom denne bølgelederstrukturen og frekvensen til testoscillatoren 20 justeres til resonans i det andre hulrom, vil størrelsen på det elektriske feltet 22 i testseksjonen bli som vist i fig. 6B. Denne feltdistribusjonen er sterkt koblet til testfrekvenskilden 20 og proben 21 tilforordnet sensoren 2, men en referanse lik null produseres ved proben 19 som er tilknyttet sensor nr. 1. Som tidligere antydnet representerer denne nullverdi nå en følsomhetsindikator for enhver forandring i prøvens dialektriske egenskaper.

Foreliggende oppfinnelse utnytter avhengigheten mellom den komplekse forplantningskonstanten og den komplekse dialektrisitetskonstant for materialet, innbefattet transmisjonslinjen, for å realisere en svært følsom prosessovervåkningsanordning.

Ved analyse av en spesiell transmisjonsstruktur, slik som en bølgeleder eller en koaksialkabel, som inneholder et foreskrevet materiale som f.eks. luft eller et annet materiale, begynner man med Maxwells ligninger og de ligninger som representerer mediet. De ligninger som er av interesse her er forholdene mellom den elektriske fluks- tetthet (D) og det elektriske felt (E) i mediet.

$$\begin{aligned} \vec{D} &:= \epsilon \vec{E} \end{aligned}$$

Dette fundamentale forhold inkorporerer materialegenskapene i ligningene for forplantning ved uttaket. Permittiviteten (ϵ) er en skalar for isotrope materialer, og en tensor for anisotrope materialer. Ved foreliggende diskusjon vil det antas at vi har et isotropt materiale, og ϵ er en skalar. Formen på den resulterende forplantningsligning avhenger av de modi som blir understøttet av strukturen. For

transverselle elektromagnetiske bølger (TEM) blir forplantningsligningen :

$$\Gamma^2 + K^2 : = 0$$

5 hvor Γ representerer forplantningskonstanten mens K er gitt av:

$$K^2 : = W^2 \mu e$$

Dersom tilfellet er TEM, vil forplantningskonstanten være proporsjonal med kvadratroten av dielektrisitetskonstanten.

10 For transverselle elektriske (TE) eller transverselle magnetiske (TM) bølger, blir forplantningsligningen:

$$\Gamma^2 : = Kc^2 - K^2$$

15 hvor Kc er en konstant som fastlegges av den aktuelle modus og grensebetingelsene som gjelder. Disse relasjoner kan benyttes for å fastlegge materialets permittivitet fra målinger av forplantningskonstanten.

20 Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse angår en teknikk for å gjennomføre radiofrekvente, dielektriske målinger av materialer. Denne informasjonen kan benyttes til å bestemme sammensetningen av materialet, homogeniteten til materialet, og/eller materialets strømningshastighet dersom det beveger seg på noen måte.

25 Apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse har en unik struktur som er elektrisk isolert, men fysisk åpen. Den elektriske isolasjon for testseksjonen er gjennomført på en måte som gjør det mulig å oppnå svært nøyaktige dielektriske målinger av materialene som måles. Den fysisk åpne strukturen gjør det mulig å måle kontinuerlig gjennomstrømmende materialer, og måle materialer satsvis eller ganske enkelt å måle enkelte materialprøver som innsettes i testseksjonen. 30 Rent strukturelt sett er testseksjonen en hul transmisjonslinje gjennom hvilken elektromagnetiske bølger kan forplante seg på samme måte som i en bølgeleder og inn i denne kan materiale som er av interesse føres. Elektroder, antenner eller andre apparater trenger ikke rage inn i testseksjonen. 35 Apparatene i henhold til foreliggende oppfinnelse kan konstrueres slik at de motstår høye interne temperaturer og trykk i testseksjonen. Materialene som skal måles kan være svært korrosive eller abrasive uten at dette på noen merkbar måte ødelegger over-

våkningsapparatet eller minsker dets yteevne over tid. Generelt sett er apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse egnet for overvåkning av sammensetning av materialer i en stor skare av vanskelige industrielle prosessoppsett.

5 Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse er generelt sett nyttig for målingen av et bredt område av ulike materialer, hvor materialenes dielektriske egenskaper kan være relatert til sammensetningen. Fremgangsmåten og apparatet kan benyttes til å måle væsker, faststoffer, gasser og blandinger av slike stoffer. F.eks.:

1) Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes til å måle sammensetning, strømningshastighet og/eller homogenitet av væsker eller væskeblandinger. Anvendelsene omfatter kontinuerlig bestemmelse av sammensetningen av olje/vann-blandinger eller bestemmelse av graden av polymerisering av en sats med plastresin. Fig. 7 illustrerer hvordan apparatet 23 kan benyttes for å måle en væske 24.

2) Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes til å fastlegge sammensetningen, strømningshastigheten eller homogeniteten til faststoffer og væsker i blanding. Anvendelser inkluderer målingen av kullinnholdet til kullmasser (slurries), fettinnholdet i melk, eller kloakkinnholdet i avløpsvann. Fig. 8 viser hvordan apparatet 25 kan benyttes til å måle væske 26 (stiplede linjer) og faststoffer 27 i blandinger.

3) Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes til å bestemme sammensetningen, strømningshastigheten og homogeniteten til væske- og gassblandinger. Anvendelsene omfatter overvåkning av hulrominnholdet i mettede damper, noe som kan benyttes for å hjelpe til med å bestemme dampens kvalitet; eller for å måle olje, vann og gassblandinger som strømmer fra oljebrønner. Fig. 9 viser hvordan apparat 28 vil kunne benyttes for å måle væske- 29 (stiplede linjer) og gass 30 (bølgede linjer) i blandingen.

4) Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes for å fastlegge sammensetningen, strømningshastigheten og homogeniteten til fast-

stoff, væske og gass samt blandinger av slike komponenter. Anvendelsene omfatter overvåking av vann- og gassinnhold i boreslam innen oljeindustrien eller måling av vanninnholdet under tørking av matvarer. Fig. 10 viser hvordan apparat 31 vil benyttes for å måle faststoff- 32, væske- 33 og gass- 34 blandinger.

5) Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes til å fastlegge sammensetningen, strømningshastigheten og homogeniteten av blandinger av faststoffer og gasser. En anvendelse er å overvåke faststoffinnholdet i pulvere. Fig. 11 illustrerer hvordan apparatet 35 kan benyttes for å måle faststoff 36 og gass 37 i blandinger.

Selv når sammensetningen av det målte materialet eller blandingen ikke kan fastlegges som nøyaktig mengdeforhold av den dielektriske informasjonen som er tilveiebragt av fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse, kan apparatet likevel benyttes som en nøyaktig overvåkningsanordning for forandringene (trenden) som inntreffer.

Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse virker ved å eksitere elektromagnetisk bølgeforplantning i en hul og metallisk testseksjon som virker som en bølgeleder. Den elektromagnetiske energien blir koblet inn i bølgelederstrukturen gjennom dielektrisk belastede åpninger som er skåret i den metalliske bølgeleder. I alt vesentlig er bølgelederen som utgjør testseksjonen en spesielt konstruert rørseksjon. Testseksjonen er ved sine endepunkter terminert for på elektrisk måte å isolere testseksjonen fra annet utstyr som befinner seg i nærheten. Termineringene har enten form av reaktive eller resistive belastninger.

Apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse er konstruert slik at det vil føre til at elektromagnetisk energi som forplanter seg i motsatte retninger i bølgelederens testseksjon, vil interferere med hverandre. Ved å sveipe driftsfrekvensen, kan de frekvenser ved hvilke konstruktive eller destruktive interferenser opptrer, identifiseres. Denne informasjonen kan bli relatert til dielektriske egenskaper ved materialet, som i sin tur kan relateres til informasjon som angår materialets sammensetning.

Apparatet arbeider som en radiofrekvent, balansert brokobling hvor signaler i to forskjellige forplantningsgrener balanseres i fase og størrelse for å frembringe en skarp topp eller en nullverdi. Frekvensen ved hvilken toppverdien eller nullverdien opptrer, kan måles med stor presisjon. Denne nye metoden for måling av materialets dielektrisitetssegenskaper i en fysisk sett åpen struktur, gjør det mulig å foreta kontinuerlige, radiofrekvente permittivitetsmålinger for materialer med en nøyaktighet som hittil har vært urealisert i forbindelse med industrielt anvendbare anordninger.

Når ledningsevnen eller konduktiviteten til testmaterialet er høy, vil dempningen avforplantningen av elektromagnetisk energi i bølgelederens testseksjon bli betydelig. Dersom konduktiviteten er tilstrekkelig høy, vil ikke interferensmønsteret være registrerbart, og permittiviteten kan ikke bestemmes ved hjelp av teknikken vist i fig. 3. I stedet vil apparatet måle dempningen av den elektromagnetiske energi mellom koblingsspaltene ved visse fastlagte frekvenser. Fra disse målinger vil konduktiviteten til testmateriale bli fastlagt.

Det nye apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse for å fremskaffe radiofrekvent, dielektrisk informasjon om materialer, er forbedret hva to viktige begrensninger som er innebygget i tidligere kjent teknikk for overvåkning av sammensetninger i industrielle prosess-strømmer basert på radiofrekvente målinger, angår.

For det første forenkler den omformingen av målte elektromagnetiske amplitude- og fasemålinger til nøyaktige informasjoner om prosess-strømmens dielektriske egenskaper. De karakteristiske frekvenser ved hvilke konstruktiv eller destruktiv interferens opptrer for et gitt prosessfluidum, avhenger nesten utelukkende av bare fem parametre: lengden av testseksjonen, diameteren til røret inne i testseksjonen, refleksjonskoeffisienten for de terminerte seksjoner, avstandene mellom de forskjellige koblingsspaltene, og permittiviteten til fluidet. Når kilden er svakt koblet til testseksjonen, har den ytre signalgenererende krets svært liten innvirkning på målingene med den avbalanserte brokoblingen.

Viktigere er det at koblingsmekanismen mellom signalkilden og testseksjonen ikke behøver å være godt spesifisert. Således vil det eksistere et relativt enkelt forhold mellom de målte karakteristiske frekvenser og materialets permittivitet. Denne enkelhet resulterer direkte i bedret nøyaktighet. Den gjør
5 det også meget mindre vanskelig å benytte apparatet innenfor et bredt område av ulike materialer med sterkt varierende dielektriske egenskaper uten behov for betydelig omkonstruksjon.

10 Den andre fundamentale fordel ved foreliggende oppfinnelse skriver seg fra dens ufølsomhet for målingssprang som er forårsaket av prosessutstyr utenfor testseksjonen. Ved et industrielt oppsett kan et overvåkningsapparat for sammensetningen av et materiale, hvilket apparat er av typen beskrevet ovenfor, kunne plasseres hvor som helst i et rør i
15 prosesslinjen. Det kan være anbragt flere meter bortenfor en pumpe, ved siden av en inntrengende strømningsmåler, en ventil eller ganske enkelt ved siden av en avbøyning i røret. Når prosessmaterialet er relativt tapsfritt rent elektrisk sett, vil disse gjenstander kunne reflektere tilfeldig energi
20 tilbake til testseksjonen som inngår i en bølgelederbasert overvåkningsanordning for sammensetning. Denne reflekterte energi vil da modifisere amplitude- og fasekarakteristikkene for det målte signal, og dermed degradere nøyaktigheten i utstyret. Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse isolerer elektrisk sett anordningens
25 testseksjon fra resten av installasjonen, slik at det i virkeligheten ikke vil bli forplantet noen elektromagnetisk energi forbi testseksjonen. Dette eliminerer muligheten for målefeil forårsaket av refleksjonen av tilfeldig energi fra
30 en diskontinuitet i røret tilbake inn i testseksjonen. Den gjør det også mulig å benytte apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse som en frittstående sammensetningsmåler for materialet, idet den ikke engang behøver å være satt inn
35 i en rørlinje.

Det nye apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse utleder forandringer i materialets sammensetning, strømningshastighet og/eller homogenitet på basis av det målte materialets radiofrekvente dielektriske egenskaper. De dielektriske

egenskaper varierer for mange materialer som en funksjon av temperatur og trykk. For å kunne foreta korreksjoner for slike variasjoner, omfatter apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse temperatur- og trykkmåleanordninger når dette er nødvendig.

Mange fysiske utførelser av foreliggende fremgangsmåte som strukturelt induserer elektromagnetiske interferensmønstre i en fysisk sett åpen, men elektrisk sett isolert bølgeleder testseksjon, er mulig. Flere utførelser vil nedenfor bli beskrevet i detalj. Imidlertid kan mange andre utførelser av fremgangsmåten i henhold til foreliggende oppfinnelse også være realiserbare. Ulike koblingsmekanismer, åpningsstrukturer, bølgeledermodi, terminerings- eller avslutningsmetoder, åpningsposisjoner, bølgelederstrukturer (f.eks. rektangulær i stedet for sirkulær), osv., kan benyttes uten å avvike fra overvåkningsanordningen og prosessen i henhold til foreliggende oppfinnelse.

Den generelle balanserte bro-kretsfremgangsmåten for måling omfatter en fremgangsmåte hvorved to identiske elektriske signaler passerer gjennom forskjellige elektriske veier, eller grener, hvor de dielektriske egenskaper i én av grenene skal fastlegges. Transmisjonsegenskapene for den andre grenen justeres ved en fast frekvens inntil de to utgangssignalene er i balanse, eller opphever hverandre og frembringer et null-signal. Transmisjonsegenskapene (amplitude og fase) ved hvilke den balanserende gren innstilles når null oppnås, er unik relatert til transmisjonsegenskapene i den ukjente grenen til broen. Dette er fremgangsmåten som er vist i fig. 2.

I de tilfeller hvor anvendbarheten til den fullstendige balanserte brokobling ikke er nødvendig, kan man benytte løsningen som er beskrevet tidligere og vist i fig. 4. I dette tilfelle er de dielektriske egenskaper i hver gren de samme, men ukjente. Ubalansen i de to grenene oppnås ved å gjøre de elektriske lengder til hver gren forskjellig. For å avbalansere grenene i brokoblingen, justeres fase og amplitude til de to signaler inntil null frembringes ved utgangen. Dette oppnås ved å variere frekvensen for begge inngangssignalene og amplituden til én av dem, inntil en null frem-

kommer ved utgangen. Dette er driftsmåten som er illustrert i fig. 3. De dielektriske egenskaper til testmaterialet kan deretter fastlegges fra frekvensen eller frekvensene ved hvilke null fremkommer, forskjellen i elektriske lengder for de to bro-grenene og dempningen som tilføres et signal for å frembringe null ved utgangen. Driftsmåten vil bli beskrevet mer detaljert i forbindelse med beskrivelse av utførelse 1.

Utførelse 1.

Den første utførelsen av foreliggende oppfinnelse implementerer konseptet som er vist i fig. 4 og er vist i fig. 12 og 13. Den benytter to transmisjonsåpninger 137 for å introdusere to bølger som utbres eller forplantes med samme frekvens, i bølgelederen. En mottageråpning 139 er plassert asymmetrisk mellom transmisjonsåpningene 137 for å samle den resulterende interferensbølgeform. Testseksjonen 141 blir avsluttet med resistive belastninger 145 for å absorbere den elektromagnetiske energi som unnslipper testseksjonen. Ved visse, bestemte frekvenser er faseforskjellene mellom de to bølgene ved mottageråpningen et heltallig integral av 180° , det vil si at forskjellen i elektrisk lengde er et integral som tilsvarer flere halve bølgelengder. Ved disse frekvenser blir innføringstapene som måles ved mottaksåpningen 139 ganske enkelt forskjellen i amplitude mellom de to bølger. Dersom amplitudene til begge bølger er like ved mottageråpningen, vil en skarp nullverdi fremkomme i det målte tapspektrum ved inngangen. Amplitudebalansen oppnås ved å justere dempningen av inngangssignalet der dette går inn i transmisjonsåpningen nærmest mottageråpningen. Fig 14 viser tapsspekteret ved inngangen for en prototyp av denne utførelse.

De to lengder av testseksjonen mellom transmisjonsåpningene og mottageråpningen representerer de to grenene av måleutstyrets bro-krets. Når de målte signaler er 180° ute av fase og balansert i størrelse, vil en nullverdi fremkomme ved utgangen. De karakteristiske frekvenser, forskjellen i elektriske lengder for de to signalveier, og forskjellen i dempning i de to signalveier, kan være direkte relatert til permittiviteten og konduktiviteten for materialet i testseksjonen. Selv når det målte materialet er så ledende at det

hindrer adekvat bestemmelse av en null, kan ledningsevnen for prosess-strømmen fastlegges ved ganske enkelt å måle dempingen i signalet i den korteste grenen av testseksjonen i broen.

5 Fig. 15 viser en enkel krets som kan benyttes med transduseren 135. Inngangssignalet blir splittet i to deler, og den ene grenen av det passerer gjennom en faseforskyvningskrets 153 og en variabel dempningskrets 149. Den opsjonnelle faseforskyvningskrets 153 benyttes for å kompensere for
10 forekommende faseforskjeller mellom de to innkommende signal-linjer 155 og 157. Elektronikken 151 omfatter en digital prosessor 159. Prosessoren 159 er koblet til en digitalt, syntetisert kilde 161 via buss 163. Signalgeneratoren 161 er koblet til transduseren 135 ved hjelp av radiofrekvente
15 utgangslinjer 155 og 157 via en effekt-deler 165. Den radiofrekvente utgangslinjen 157 er koblet gjennom retningskobler 167 til detektordiodene 169 og 171 til den innfallende effekt-inngangslinje 173 og henholdsvis til den reflekterte effekt-inngangslinje 175. Begge disse er koblet slik at de
20 vil frembringe inngangssignaler til en analog/digital (A/D) omformer 177. Den innfallende effekt-inngangslinje 173 tilveiebringer et signal som representerer den innkommende radiofrekvente effekt som tilføres på linje 155 til transduser 135, til A/D-omformer 177. Noe av den innkommende,
25 radiofrekvente effekt som tilføres transduser 135, reflekteres av transduser 135 tilbake mot linjen 155. Reflektert effekt-inngangslinje 175 tilveiebringer et signal som indikerer mengden av denne reflekterte effekt til A/D-omformer 177. Mottageråpning 139 for utsendt effekt, adskilt
30 fra senderåpning 137 på transduseren 135, er koblet ved hjelp av den utsendte effekt-inngangslinje 179 til A/D-omformer 177 via detektor 178. Mottageråpning 139 tilveiebringer et signal til A/D-omformer 177 på linje 179, hvilket signal representerer den del av den radiofrekvente inngangseffekt som overføres gjennom transduser 135. Temperatur- og trykkavfølende
35 elementer 181 og 183 på transduseren 135 tilveiebringer på lignende måte temperatur- og trykkinngangssignaler via linje 185 og 187 til A/D-omformer 177. Buss 189 forbinder A/D-omformer 177 og prosessor 159 for toveis kommunikasjon.

Prosessoren 159 er koblet til en digital/analog omformer 400 ved hjelp av bussen 402. D/A-omformer 400 tilveiebringer et styresignal på linjene 404 for å variere dempningen av det variable dempeledd 149 og faseforskyvningskrets 153.

5 I steden for en digitalt, syntetisert kilde kan en sveipe-generator, en spenningsstyrt oscillator, eller en strømstyrt oscillator, benyttes. Oppstillingen vist i fig. 15 kan forenkles ved mange praktiske anvendelser. Den er her vist i sin generelle form for å demonstrere typen av målinger
10 man kan trenge for fullstendig å karakterisere de dielektriske egenskaper til prøven eller samplet.

Utførelse 2

Fig. 16 viser et elektronisk blokkskjema ved hjelp av hvilket foreliggende utførelse kan realiseres. Denne utførelsen gjør bruk av en transduser 135A, som ligner transduseren vist i fig. 12 og 13, men bare har et par åpninger 137A og 137B. Åpning 137A er en senderåpning og åpning 137B er en mottageråpning. En annen forskjell mellom utførelsene 1 og 2 er at utførelse 2 representerer en implementering av et
15 resistivt balansenett som illustrert i fig. 2 for å justere den totale følsomhet for systemet. Ved å justere motstandsforholdet mellom de variable motstander R_1 og R_2 , kan i realiteten en vilkårlig følsomhet oppnås. En digital, syntetisert kilde 199, får sitt utgangssignal splittet ved bruk av en
20 180° hybridkrets 201 forbundet via linjene 203 og 205 til delingskretser 207 og 209, som er i fase. Delingskretsene 207 og 209 tilveiebringer sine respektive dividerte fasesignaler til motstandene R_1 og R_2 . Delingskrets 207 fører sitt andre signal til senderåpningen 137A for transduseren 135A. Det
25 andre signalet fra delingskrets 209 føres gjennom en faseforskyvningskrets 211 og en variabel motstand R_3 for å tillate justering. Utgangssignalet fra mottageråpning 137B for transduseren 135A på linjen 213, kombineres med signaler fra delingskrets 209 og føres via operasjonsforsterker 215 og
30 diode D1 til den positive inngang på differensialforsterker 217. Sammenkoblede utganger fra de variable motstander R_1 og R_2 , føres via operasjonsforsterker 219 og diode D2 til den negative inngang på differensialforsterker 217. Utgangen fra differensialforsterker 217 frembringer en indikasjon på den

dielektriske konstant for materialet som flyter gjennom transduseren 135A.

I steden for en digital, syntetisert kilde, kan det benyttes en sveipe-generator, en spenningsstyrt oscillator, eller en strømstyrt oscillator. Oppkoblingen vist i fig. 16 kan forenkles ved mange praktiske anvendelser. Den er her vist i sin generelle form for å demonstrere de typer av målinger som er nødvendige for å oppnå en fullstendig karakterisering av de dielektriske egenskaper for prøven.

10 Utførelse 3

Fig. 17 viser et elektronisk blokkskjema for denne utførelse. Denne utførelse benytter en transduser 135C i likhet med transduseren vist i fig. 12 og 13, bortsett fra at mot-tageråpning 139C er anbragt i samme avstand fra begge sender-åpninger 137C. Forskjellen mellom utførelse 1 og utførelse 3 er at den sistnevnte drives av to signaler med forskjellige frekvenser, mens den første drives med et eneste frekvens-signal. Inngangssignalet splittes i to deler, av hvilket den ene grenen sendes gjennom en frekvensdobler 231, en faseforskyvningskrets 153 og et variabelt dempeledd 149. Den opsjonnelle faseforskyvningskrets 153 benyttes for å kompensere for en vilkårlig faseforskjell mellom de to inngangssignalene på linjene 155 og 157. En digital prosessor 159 er forbundet med en digital, syntetisert kilde 161 via buss 163. Signal-generator 161 er koblet til transduser 135C ved hjelp av radiofrekvente utgangslinjer 155 og 157 via en effektsplitter 165. Den radiofrekvente utgangslinje 157 blir koblet via retningskobler 167, gjennom detektordioder 169 og 171 til innfallende effekt-inngangslinje 173 og henholdsvis reflektert effekt-inngangslinje 175, som begge er oppkoblet for å gi inngangssignaler til en analog/digital omformer 177. Innfallende effekt-inngangslinje 173 tilveiebringer et signal som representerer den radiofrekvente inngangseffekten som tilføres på linje 157 til transduser 135C, til A/D-omformer 177. Noe av den radiofrekvente effekt som føres til transduser 135C, blir reflektert av transduser 135C tilbake mot linjen 157. Reflektert effekt-inngangslinje 175 frembringer et signal som indikerer størrelsen på denne reflekterte effekt til A/D-omformer 177.

Mottageråpningen 139C for den utsendte effekt, hvilken åpning befinner seg i avstand fra senderåpningen 137C på transduseren 135C, er via inngangslinjen 179 for utsendt effekt forbundet gjennom diode 233 til analog/digital-omformer 177. Den mottagende åpning 139C frembringer et signal til analog/digital-omformer 177 på linjen 179, hvilket signal representerer den del av den radiofrekvente effekt ved inngangen som overføres gjennom transduseren 135C. Temperatur- og trykkavfølende elementer 181 og 183 på transduseren 135, frembringer på lignende måte temperatur- og trykk-inngangssignaler på linje 185 og 187 til analog digital-omformer 177. Buss 189 forbinder analog/digital-omformer 177 og prosessor 159 for to-veis kommunikasjon. Prosessoren 159 blir koblet til en digital/analog-omformer 400 av buss 402. Digital/analog-omformer 400 frembringer et styringssignal på linjen 404 for å variere dempningen til det variable dempeledd 149.

I steden for en digital syntetisert kilde, kan det benyttes en sveipe-generator, en spenningsstyrt oscillator, eller en strømstyrt oscillator. Oppkoblingen som er vist i fig. 17 kan forenkles ved mange praktiske anvendelser. Den er her vist i sin generelle form for å demonstrere de typer målinger som man kan trenge for å oppnå en fullstendig karakterisering av dielektriske egenskaper til prøven.

Utførelsene som er beskrevet så langt, har flere signalveier og resistive avslutninger. De arbeider som balanserte brokretser hvor de mange signalveier ved inngangen blir balansert ved justering av frekvensen og dempningen i en gren inntil null frembringes ved en karakteristisk frekvens relatert til permittiviteten for materialet. Denne driftsmetode kan forenkles for å frembringe et sett med utførelser hvor amplitudeavbalansering mellom de to interfererende elektromagnetiske bølger er unødvendig. Disse utførelser benytter reaktive belastninger og én eneste senderåpning på den måte som er illustrert ved fig. 5.

Senderåpningene i testseksjonen induserer elektromagnetiske bølger som forplanter seg i begge retninger i bølgelederen. Dersom de to motsatt rettede bølger reflekteres tilbake til testseksjonen av reaktive belastninger ved

avslutningene av testseksjonen, vil de interferere med hverandre. I virkeligheten vil de, ved spesielle frekvenser, indusere et interferensmønster med stående-bølger i testseksjonen. Mottageråpningen vil sample fasen og størrelsen på dette stående-bølgemønsteret. Ved visse karakteristiske frekvenser blir interferensmønsteret enten konstruktivt eller destruktivt, og gjenkjennbare toppe og nullpunkter blir målt ved innføringen i tapsspekteret. De målte karakteristiske frekvenser bestemmer permittiviteten til materialet i testseksjonen.

Flere utførelsesseksempler som realiserer denne forenklete metode, blir beskrevet nedenfor. Mange andre utførelser av den forenklete, balanserte brokretsmetoden, er mulig.

15 Utførelse 4

Tverrsnittet til en utførelse av den forenklete, balanserte brokrets er vist i fig. 18 og 19. I denne utførelse har de elektriske diskontinuiteter form av to bånd-avvisende filtre 44, som har en fast avstand fra hverandre. Sender- og mottageråpninger 46 og 47 er plassert mellom disse filtre 44 i testseksjon 45. Filtrene 44 er konstruert for å hindre forplantning forbi dem av elektromagnetisk energi innenfor et bestemt frekvensområde. Dersom testseksjonen 45 opereres ved frekvenser innenfor dette båndet, reflekteres energien tilbake og inn i testseksjonen 45. De bånd-avvisende filtrene 44 er konstruert ved å tilveiebringe flere utskjæringer 47, 48, 49 og 51 i den metalliske bølgeleder 42, med varierende lengder og adskilt ved bestemte avstander. Disse utskjæringene 47-51 er omsluttet av metallinnkapslinger 53, 55, 57 for å hindre strålingstap. En hylse 59 av et isolerende materiale, som f.eks. keramikk, er innsatt inne i bølgelederen 42 for å opprettholde en enkel, innvendig geometri i transduser 40 og for å isolere testmaterialet fra elektroniske signallinjer.

35 Dette er åpenbart bare et eksempel på de mange måter som finnes for å realisere en reaktiv avslutning.

Utførelse 5

Fig. 20 viser en annen utførelse av overvåkningsanordningen som gjør bruk av den forenklete, balanserte bro-

målingsmetoden. I overvåkningstransduser 60, er bølgelederen 62 på innsiden fóret med ulike dielektriske materialer 66 og 68. Testseksjon 64 er fóret med et materiale 66 som har en svært anderledes dielektrisitetskonstant enn materialet 68 utenfor måleseksjonen 64. Resultatet er at det dannes elektriske diskontinuiteter. Diskontinuitetene reflekterer en stor del av det fremadskridende elektromagnetiske signal tilbake inn i testseksjonen, mens det på effektiv måte isolerer testseksjonen 64. Senderåpning 70 og mottageråpning 72 er tilveiebragt i den metalliske bølgeleder over det første isolasjonsmaterialet 66. I praksis kan de ulike dielektriske materialer 66 og 68 implementeres med keramikk eller plast. Hylsen 68 kan endog bestå av et metall.

Utførelse 6.

Fig. 21 viser en ytterligere utførelse 80 som gjør bruk av den forenklete balanserte brokretsmetoden. I fig. 21 har overvåkningsanordningen 80 en fysisk sett større testseksjon 82 av bølgeledertypen koblet til bølgelederseksjon 84. En elektrisk sett isolerende hylse 83 fórer bølgeledere 84 og passerer gjennom sentrum av bølgelederens testseksjon 82 uten noen forandring i diameter. Senderåpning 86 og mottageråpning 88 er anbragt inne i bølgelederens testseksjon 82. Signalfrekvensen, over hvilken bølgelederens testseksjon 82 vil arbeide, kalles sperre eller "cutoff-frekvensen" og er lavere enn den som gjelder for bølgelederseksjon 84. Dersom driftsfrekvensen til transduser 80 holdes lavere enn sperrefrekvensen for bølgeleder 84, men over den som gjelder for testseksjon 82, vil overgangene 90 og 92, hvor bølgelederen forandrer størrelse, virke som meget effektive energireflekterer. Dermed vil overgangene 90 og 92 virke som de elektriske diskontinuiteter 94, som elektrisk sett isolerer testseksjonen 82 og som ved karakteristiske frekvenser resulterer i stående-bølger med et interferensmønster som etableres i testseksjonen 82.

Utførelse 7.

Fig. 22 og 23 viser en annen utførelse av en transduser 410 som gjør bruk av den forenklete, balanserte brokrets. Denne utførelse arbeider i likhet med utførelse 6 ved at bølgelederens reaktive belastningsseksjoner 241 og 243,

utenfor testseksjonen 245 har en høyere sperrefrekvens enn den som gjelder for testseksjon 245. Dette oppnås ved å segmentere belastningssegmentene 241 og 243 i mindre deler under bruk av metallplatene 247. Derved blir utførelsen 7
5 slik at den trenger inn i bølgelederen, mens de øvrige ikke er slik. Testseksjon 245 ved denne utførelsen konstrueres og arbeider på samme måte som testseksjon 64 i utførelse 5 (fig. 20).

Under drift vil, dersom testseksjon 245 arbeider ved en
10 frekvens som ligger under sperrefrekvensen for belastningsseksjonene 241 og 243, men over den som gjelder for testseksjon 245, forplantningsenergien reflekteres ved overgangene 249 og 251. Dermed vil overgangene 249 og 251 virke som elektriske diskontinuiteter som elektrisk sett isolerer
15 testseksjonen og ved karakteristiske frekvenser resulterer i interferensmønstre i form av stående-bølger som etableres i testseksjonen 245.

I fig. 22 og 23 blir to metallplater 247 benyttet for å segmentere belastningsseksjonen i fire deler. Som vist i fig.
20 24a-24h kan mange ulike orienteringer være mulig for metallplatene 247a-247h, idet alle medfører samme målsetting: elektrisk isolasjon av testseksjonen og muliggjøring av implementering av den forenklete, balanserte bro-løsning.

Fig. 25 viser en enkel elektronikkpakke som kan benyttes
25 i forbindelse med utførelsene 4, 5, 6 og 7. Elektronikken 100, som er vist, omfatter en digital prosessor 102, implementert med en hvilken som helst av flere kommersielt tilgjengelige mikroprosessorer i form av integrerte kretser. Prosessor 102 er koblet til en digitalt syntetisert kilde 104 ved buss 106. I stedet for en digitalt syntetisert kilde, kan
30 det benyttes en sveipe-generator, en spenningsstyrt oscillator, eller en strømstyrt oscillator. Signalgeneratoren 104 er koblet til transduser 80 ved hjelp av den radiofrekvente utgangslinje 108, og det er underforstått at transduser 40,
35 60 eller 410 kan erstatte den viste transduser 80. Den radiofrekvente utgangslinje 108 er koblet ved 110, gjennom detektordiodene 112 og 114 til den innfallende effekt-inngangslinje 116 og henholdsvis den reflekterte effekt-inngangslinje 118, som begge er forbundet slik at de

tilveiebringer innganger til en analog/digital- omformer 120. Innfallende effekt-inngangslinje 116 frembringer et signal, som representerer den innkommende radiofrekvente effekt som oppstår på linje 108 til transduser 80, til analog/digital-
5 omformer 120. Noe av den innkommende radiofrekvente effekt som tilføres transduser 80, reflekteres av transduser 80 tilbake på linjen 108. Reflektert effekt-inngangslinje 118 frembringer et signal som indikerer størrelsen på den reflekterte effekt, til analog/digital-omformer 120. Avfø-
10 lende element 122 for utsendt effekt, hvilket element befinner seg i avstand fra den radiofrekvente inngangslinje 108 på transduser 80, blir koblet gjennom diode 124 og inngangs-
linjen 126 for utsendt effekt, til analog/digital-omformer 120. Det avfølende element 122 frembringer et signal til ana-
15 log/digital-omformer 120 på linjen 126 som representerer den del av den radiofrekvente effekt på inngangen som sendes via transduser 80. Temperatur- og trykkavfølende elementer 128 og 130 på transduseren 80, frembringer likeledes inngangssignal-
er som representerer temperatur og trykk på linjene 132 og
20 134 til analog/digital-omformer 120. Buss 136 forbinder analog/digitalomformer 120 og prosessor 102 for to-veis kommunikasjon.

Fig. 26 og 27 viser typiske, målte spektra for inn-
føringstap oppnådd ved hjelp av den forenklete, balanserte
25 brokobling som benytter én inngangsspalte og elektriske diskontinuiteter for å skape et interferensmønster i testseksjonen. Fig. 26 viser en sammenligning av eksperimentelle målinger utført med en monitor i prototyp-utførelse i likhet med transduser-konfigurasjonen ved utførelse 6, fylt med luft
30 og det forventede spektrum for en enkel modell. Fig. 27 viser tilsvarende data når prototypen var fylt med de-ionisert vann. Skjønt verdien på de totale innføringstap ikke blir så godt forutsagt av modellen, blir topp-plasseringene 251 og 253 i hver kurve forutsagt med en nøyaktighet på 1%.

35 Fig. 28 viser et diagram for lyshastigheten delt med frekvensen som funksjon av kvadratroten av permittiviteten til materialet i testregionen for en prototyp med utførelse 6. Forholdet er ikke-lineært fordi testseksjonen er dielektrisk belastet med luft og den isolerende hylse i tillegg til

testmaterialet. Dermed vil den effektive permittivitet for testseksjonen være mindre enn den som gjelder for materialet.

For utførelser i henhold til dette konsept, som f.eks. ved utførelsene 4, 5 og 7, hvor testmaterialet fyller
5 praktisk talt hele testseksjonen, vil forholdet mellom resonansfrekvensene og kvadratroten til materialets permittivitet være så godt som lineær. Fig. 29 viser forholdene for en slik prototyp sammenlignet med forutsigelsene for en enkel bølgeledermodell. Modellresultatene ligger svært nær, til
10 tross for det forhold at forutsigelsene for den totale verdien på innføringstapene er dårlige. Fig. 28 og 29 illustrerer enkelheten ved hvilken omformingen av de målte karakteristiske frekvenser til materialets permittivitet oppnås, ved hjelp av foreliggende oppfinnelse.

15 Fig. 30 og 31 viser nøyaktigheten med hvilket apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes for å fastlegge sammensetningen. Disse figurene viser nå den målte karakteristiske frekvensforskyvning for en prototyp av utførelse 6 når målingene foretas på olje med en meget liten
20 prosentdel tilføyhet vann. Disse målingene indikerer at den potensielle nøyaktighet for et slikt apparat er bedre enn 0,1% for vann i olje. Med denne nøyaktighet kan apparatet være i stand til å foreta nøyaktige bestemmelser av vann i råolje for anvendelse ved lagringsoverføringer innen
25 petroleumindustrien. Fig. 32 viser det målte spekteret 255 for 0,025% vann i olje sammenlignet med en kurve 257 for ren olje. Den høyeste frekvenskurven 257 er den som gjelder for ren olje. Selv om den totale frekvensforskyvning bare er 0,4 MHz, er den målbar med gjeldende oppløsning. Forskyvningen i
30 permittivitet er omkring 0,077% og den tilsvarende forskyvning i frekvens er 0,044%.

Konseptet med elektromagnetisk interferens, som måle-
metoden for permittivitet i henhold til foreliggende opp-
finnelse avhenger av, arbeider best dersom testmaterialets
35 konduktivitet ikke er for høy. Dersom materialet har en stor tapsfaktor, vil utbredelsen av den elektromagnetiske energi dempes så hurtig i testseksjonen at et merkbart interferensmønster ikke kan dannes. Derfor kan ikke de karakteristiske frekvenser måles med denne teknikken og heller ikke fluidets

permittivitet. Fig. 33 viser tapsspektrene for de målte innførings-
føringsstap ved en prototyp utførelse i henhold til foreliggende oppfinnelse, som en funksjon av vannets ledningsevne. Målingene er utført med en prototyp for overvåkningsanordningen i likhet med transduser-konfigurasjonen i henhold til utførelse 6. For denne prototyp blir de karakteristiske top-
per og nullpunkter skjult når ledningsevnen for det målte materialet nærmer seg 0,35 mhos/m. Når materialkonduktiviteten stiger over dette nivået, må en annen teknikk benyttes. Fig. 34 viser flere spektra målt i samme prototyp med høyere ledningsevne for vannoppløsningene. Som disse resultater viser vil innføringsstapene ved høyere frekvenser bli svært følsomme for konduktivitetsnivået. Ved 220 MHz øker innføringsstapene med omkring 50 dB når konduktiviteten økes 30 ganger. Det dynamiske området er enda større ved høyere driftsfrekvenser. Disse resultatene viser at apparatet, som er vist i forbindelse med utførelsene 1-6, kan benyttes for å måle materialets konduktivitet, når konduktiviteten er så høy at permittivitetsmålinger ikke er mulige. Informasjonen om konduktiviteten kan relateres til materialets sammensetning på tilsvarende måte som for permittivitet. Med denne ekstra mulighet kan de forskjellige utførelser av foreliggende oppfinnelse benyttes for å måle et vilkårlig materiale eller blandinger av slike materialer, hvor dielektrisitets-egenskapene varierer over et bredt område. Apparatet kan håndtere praktisk talt hvilket som helst konduktivitetsnivå eller permittivitetsnivå som kan forefinnes i et industrielt prosessmateriale.

Utførelse 8.

Et av problemene med overvåkningsanordninger for sammensetninger når de skal benyttes for å måle kontinuerlig strømmende materialer eller blandinger av slike, er at material-sammensetningen er hetrogen og blandingen er ujevn. Dette er særlig tilfelle for anvendelser som innbefatter blandinger av komponenter som ikke er blandbare og har ulike tettheter. Eksempler på dette omfatter faststoffer/væsker i blanding slik som slam, væske/gassblandinger slik som damp eller olje/vann/gass, eller endog rent flytende blandinger slik som olje/vann. Vanskeligheten er at de fleste slike overvåknings-

anordninger måler en eller annen fysikalsk aggregat-tilstand for blandingen, slik som dielektrisitetsegenskaper, tetthet eller optiske egenskaper og benytter denne informasjonen til å bestemme sammensetningen. Såsant det ikke foreligger en

5 konstant fysisk konfigurasjon for komponentene i blandingen ved enhver tid, vil en slik tilnærningsmetode ikke fungere tilfredsstillende fordi de målte fysikalske egenskaper ikke kan være nøyaktig relatert til sammensetningen. Uniforme og jevne blandinger av en eller annen sort er nødvendig for å

10 kunne gi nøyaktig overvåkning av sammensetningen av vanskelige blandinger som inneholder fluider som ikke er blandbare, eller komponenter med avvikende tettheter. Foreliggende oppfinnelse er ikke immun for dette problemet, da denne også måler en fysikalsk egenskap for den totale blandingen og

15 relaterer den til sammensetningen av den samme blanding.

Et aspekt ved foreliggende oppfinnelse er imidlertid at den lett kan konstrueres for å bestemme hvorvidt den målte blanding er uniformt blandet eller ei. Denne mulighet oppnås ved hjelp av transduserutførelsene 140 i fig. 35 og 36, hvor

20 senderåpningen 142 og mottageråpningen 144, parvis er jevnt fordelt omkring omkretsen til testseksjon 146. Det er et trekk ved foreliggende oppfinnelse at ved å sammenligne signalene som er mottatt ved mottageråpningene 144, bestemmes det hvorvidt blandingen er homogen. Dersom signalene er like,

25 er materialet uniformt blandet. Hvis ikke, er materialet inhomogent og nøyaktigheten for fastsettelsen av sammensetningen vil minske overensstemmende med dette. Dette arrangementet vil svikte bare når det forekommer en aksiell symmetrisk blanding, slik som en ringformet strøm. Dette er

30 under de fleste betingelser ikke sannsynlig. En overvåkningsanordning for sammensetninger som innbefatter transduseren 140 kan sette seg selv ut av spill eller sørge for start av korrigerende handlingsprogram når uniform blanding ikke foreligger. Et annet alternativ er å foreta en midling av

35 målingene av sammensetningene som er gjort under bruk av informasjonen fra hvert av åpningsparene avlest individuelt. I begge tilfelle vil feil reduseres og mer nøyaktige summariske målinger vil være mulige. Konseptet med flere par med målingsåpninger illustrert i testseksjonen 140 for trans-

duseren kan implementeres ved utførelsene 1-7, på tilsvarende måte for å gi disse utførelser den ekstra mulighet at man kan måle uniformiteten til materialet.

Utførelse 9.

5 Fremgangsmåten og apparatet som er beskrevet så langt, kan måle temperaturen til et testmateriale og trykket, samt dets permittivitet og/eller konduktivitet. For mange anven-
10 delser av overvåkningsanordninger for sammensetninger, kan denne kombinasjon av målinger være nok til å bestemme materi-
alets sammensetning. For andre anvendelser kan imidlertid
denne informasjonen være utilfredsstillende for å fastsette
sammensetningen fullstendig. Sammensetningen av material-
blandinger som består av fire eller flere komponenter med
15 ulike dielektriske egenskaper, kan ikke bestemmes ved ut-
førelsene 1-8, skjønt disse utførelser fortsatt kan benyttes
som meget nøyaktige overvåkningsanordninger hva trender eller
forandringer angår. I spesielle tilfeller kan sammensetningen
av endog tre komponenter i blanding ikke måles nøyaktig med
20 disse utførelsene. Et viktig eksempel er blandinger av olje,
vann og gass. For å utvide området med nyttige materialer og
anvendelser, for hvilke de nye metoder og apparaturer be-
skrevet i foreliggende oppfinnelse kan benyttes, kan en
ekstra måleanordning for å bestemme materialets tetthet til-
føyas det radiofrekvente, dielektriske måleapparat beskrevet
25 i utførelsene 1-8. Denne nye utførelsen, utførelse 9, er vist
i fig. 37. Den radiofrekvente, dielektriske overvåknings-
anordning 261 for blandinger og overvåkningsanordningen 263
for tetthet, er koblet i serie med et rør 265 gjennom hvilket
testmaterialet 267 kan passere fritt mellom de to måle-
30 apparatene.

Den radiofrekvente, dielektriske overvåkningsanordning
261 for sammensetningen, kan være en hvilken som helst av
utførelsene 1-8 eller en vilkårlig av de øvrige mulige
utførelser som samsvarer med fremgangsmåtene for dielektriske
35 målinger i henhold til foreliggende oppfinnelse. Overvåk-
ningsanordning 263 for tetthet, nedenfor kalt tetthets-
monitor, kan være en hvilken som helst av de kommersielt
tilgjengelige apparater for måling av tetthet i materialer
som flyter i et rør. To eksempler er Coriolis Force

densitometre og gammastrålings-densitometre. Disse systemer krever jevn blanding for å oppnå nøyaktige måleresultater på samme måte som for bølgeledere med dielektriske transdusere. Således blir konstruksjonen av transduser 140 like viktig for å forhindre feil ved tetthetsmålinger ved hjelp av disse innretninger.

Et eksempel på forholdene mellom blandingens permittivitet, blandingens tetthet, og blandingens sammensetning, er beskrevet i følgende formler. Eksempelet som er vist er det som omfatter olje, vann og gass i blanding.

x = volumforhold for komponent 1 (olje).

y = volumforhold for komponent 2 (vann).

z = volumforhold for komponent 3 (gass).

Totalt volumforhold = 1 = $x + y + z$ (2)

15 Målt blandingstetthet = $ax + by + cz$ (3)

hvor

a = tetthet for komponent 1

b = tetthet for komponent 2

c = tetthet for komponent 3 (0 for gass)

20 Ligning (2) forenkles til

målt tetthet = $ax + by$ (4)

Bruggeman-modellen angår dielektrisitetskonstanten for en tokomponent blanding i forhold til dielektrisitetskonstanten for komponentene som følger:

$$\frac{e_2 - e_{p1}}{e_m - e_{p1}} \left(\frac{e_m}{e_2} \right)^{1/3} = 1 - \phi_1 \quad e_2 = F(e_m, e_{p1}, \phi_1)$$

25 hvor

e_2 = dielektrisitetskonstant for en blanding av to komponenter

e_m = dielektrisitetskonstant for det kontinuerlige mediet i emulsjonen (antas å være komponent 1)

30 e_{p1} = dielektrisitetskonstant for første, dispergerte fase (antas å være komponent 2)

ϕ_1 = volumforhold for første dispergerte fase i kontinuerlig medium (dette tilsvarer $y/(x+y)$ under ovennevnte forutsetninger).

Dette oppsett kan generaliseres til tre komponenter med en iterativ løsning på følgende måte:

$$e_3 = F(F(e_m, e_{p1}, \phi_1), e_{p2}, \phi_2)$$

hvor

- 5 $e_3 =$ målt dielektrisitetskonstant for den totale
 blanding
- $e_{p2} =$ dielektrisitetskonstant for den andre,
 dispergerte fase (antatt å være komponent 3)
- 10 $\phi_2 =$ volumforhold for den andre, dispergerte fase
 (lik z i dette tilfellet)

Vi har da følgende forhold for dielektrisitetskonstanten:

$$e_{\text{målt}} = F(F(e_{\text{komp1}}, e_{\text{komp2}}, y/x+y), e_{\text{komp3}}, z) \quad (5)$$

15 Ut fra en måling av dielektrisitetskonstant og tetthet,
kan ligningene (2), (4) og (5) benyttes til å fastlegge hva
de individuelle komponentforholdene er. Bruggerman-Hanai-
forholdet er her blitt representert som en illustrasjon på
forholdet mellom dielektrisitetskonstant og komponentens
volumforhold. Andre forhold kan benyttes, og likeså kali-
20 brerte kurver.

Fig. 38 viser en spesiell algoritme for prosessanalyse
under bruk av utførelse 8 som vist i fig. 37. Algoritmen er
anvendbar for olje, vann og gass i anvendelser hvor innholdet
av fri gass ligger under ca. 20 volum-%. En annen algoritme
25 må benyttes dersom gassforholdet er høyere enn 20%. De målte
blandingsegenskaper er permittivitet og/eller konduktivitet,
tetthet, temperatur og trykk. De variable som er benyttet i
fig. 38 er volumforholdene til gass, ϕ_g , volumforholdet for
vann, ϕ_w , volumforholdet for olje, ϕ_o , målt permittivitet for
30 blandingen (eller målt konduktivitet for blandingen), Z_m ,
samt målt blandingstetthet, D_m . Temperaturen, trykket,
permittiviteten og tettheten for blandingen blir målt ved 270.
 Z_o , Z_w , D_o , og D_w kalkuleres fra målt temperatur, trykk og
prekalibrerte impedansdata for komponenten ved 272. Av disse
35 resultater, og under forutsetning av at blandingen er vann-
holdig emulsjon og at ingen gass foreligger i blandingen (ϕ_g
= 0), som vist i 274, blir ϕ_w og ϕ_o kalkulert fra Z_m ved 276.

Av disse resultater kalkuleres en prøvetetthet D ved 278. Dersom tettheten D er $> D_M$, økes ϕ_G mens ϕ_W og ϕ_O justeres inntil $D = D_M$ ved 280. Fra disse verdier på ϕ_O , ϕ_W , og ϕ_G , kalkuleres en prøveverdi på Z ved 282. Dersom prøven $Z > Z_M$,
5 så reduseres ϕ_W , og ϕ_O og ϕ_G justeres inntil $D = D_M$ ved 284. Prøven Z kalkuleres så på ny ved 282. Trinnene 282 og 284 gjenntas inntil $Z = Z_M$, som kompletterer prosessen, og resulterer i de korrekte verdier på ϕ_O , ϕ_W og ϕ_G ved 286. Returneres nå til trinn 278, så vil, dersom prøveverdien $D <$
10 D_M blandingen være oljeholdig, det vil si at antakelsen ved 274 er feilaktig. I dette tilfelle antas ϕ_G å være $= 0$ mens ϕ_O og ϕ_G kalkuleres fra D_M ved 288. Trinnet 282 utføres deretter og dersom den kalkulerte prøveverdi $Z < Z_M$, økes ϕ_W mens ϕ_O og ϕ_G justeres inntil $D = D_M$ ved 290. Trinnene 282 og 290 gjentas
15 inntil prøveverdien $Z = Z_M$, som gir de korrekte verdier på ϕ_O , ϕ_W og ϕ_G ved 286.

Fig. 39 og 40 viser en overvåkningstransduser 150 som kombinerer trekkene som ovenfor er diskutert for utførelsene 6, 8 og 9. Transduseren 150 har en testseksjon 152 med for-
20 størret diameter, lik seksjon 82 i utførelsen vist i fig. 21. Bølgelederseksjoner 154 på hver side av testseksjon 152 har en mindre diameter, f.eks. halvparten av det som gjelder for testseksjon 152. En isolerende hylse 157 med konstant diameter strekker seg gjennom rørseksjonene 154 og testsek-
25 sjonen 152 med forstørret diameter. Diameterforandringen mellom testseksjon 152 og seksjonene 154 skaper et par diskontinuiteter 158. Energi fra de radiofrekvente inngangs-åpninger 160, 162 og 164 som kobles inn i testseksjon 152, blir i alt vesentlig avgrenset inne i transduser 150 av
30 diskontinuitetene 158. Tetthetsovervåkningsanordning 271 er koblet til transduseren 150 av rørseksjonen 154 i bølgelederen. I tillegg vil det kombinerte systemet kunne være i stand til å fastlegge det totale produksjonsvolum for hver individuell komponent over en tidsperiode, dersom anordningen
35 for å måle blandingens strømningshastighet er koblet til målesystemet for sammensetningen.

Fig. 41-43 viser forskjellige, detaljerte blokkskjemaer for elektroniske kretser som kan benyttes sammen med transduser 150 når den er kombinert med en tetthetsmåleanordning i

henhold til utførelseskonsept 9. Elektronikken i fig. 41-43 kan like gjerne benyttes dersom utførelsene 4, 5 eller 7 ble satt i stedet for utførelse 6 som vist i fig. 39 og 40. Dessuten kan denne elektronikken, med egnede modifikasjoner for ekstra senderåpninger og frekvenskilder i overensstemmelse med den grunnleggende elektroniske løsning vist i fig. 16 og 17, for drift av utførelsene 1-3, også benyttes for utførelsene 1-3. De nødvendige modifikasjoner vil være åpenbare for fagfolk på dette området.

Fig. 41 viser elektronikken 200 benyttet sammen med transduseren 150 i overvåkningsanordningen for å frembringe en komplett overvåkningsanordning egnet for overvåkning av en sammensetning av en strøm som omfatter tre komponenter slik som olje, vann og gass ved brønnhodet. Som i fig. 25 er en digital prosessor 202 koblet til en digital, syntetisert signalgenerator 204 ved hjelp av en toveis styringsbuss 206. Den radiofrekvente utgangslinje 208 frembringer radiofrekvente signaler på linjene 210, 212 og 214 til RF-inngangene 160, 162 og 164 til transduseren 150. Effektdeler 180 deler RF-signalene mellom linjene 210-214. Linjene 216 og 218 er koblet til linje 210 med retningskobler 220 for å tilføre den første, innfallende RF-effekt I_1 og den reflekterte RF-effekt R_1 som innganger som føres til og mottas fra transduseren 150 til en A/D-omformer 222 via diodene 224 og 226. Linjene 228 og 230 er koblet til linje 212 med retningskobler 232 for å tilføre den andre, innfallende RF-effekt I_2 og den reflekterte RF-effekt R_2 som innganger som føres til og mottas fra transduseren 150 til A/D-omformer 222 via diodene 234 og 236. Linjene 238 og 240 er koblet til linje 214 ved 242 for å tilføre den tredje innfallende RF-effekt I_3 og reflektert RF-effekt R_3 innganger som føres til og mottas fra transduseren 150 til A/D-omformer 222 via diodene 244 og 246. På lignende måte forbinder linjene 248, 250 og henholdsvis 252 de radiofrekvente utganger 166, 168 og 170 via diodene 273, 275 og 277 for å tilveiebringe henholdsvis første, andre og tredje utsendte, radiofrekvente signaler T_1 , T_2 og T_3 fra transduseren 150 til A/D-omformer 222. Linjene 254 og 256 forbinder temperaturføler 172 og trykkføler 174 for å frembringe strømmens temperatur- og trykkinnganger med A/D-omformer 222.

Linjen 258 frembringer en tetthetsinngang for strømmen til A/D-omformer 222 fra tetthets-transduser 176.

Bruken av den digitalt styrte presisjonssignalgenerator 204 i systemet i henhold til fig. 41, gir et svært nøyaktig overvåkningssystem for materialer som omfatter flere komponenter, men har en relativt langsom responstid. Systemet i henhold til fig. 41 er særlig velegnet for anvendelser hvor overvåkningsnøyaktigheten er et primærkrav for materialer innenfor et bredt område med dielektriske egenskaper.

Fig. 42 viser en enklere versjon av elektronikken 200. Elektronikken 260 omfatter en digitalprosessor 262. Prosessoren 262 er forbundet med en digitalt syntetisert kilde 264 via buss 266. Signalgeneratoren 264 er koblet til transduser 150 via RF-utgangslinje 268 gjennom tre-veis effektsplitter 269. Transduseren 150 er koblet via detektordiodene 270, 272 og 274 til innganger T1, T2 og T3 for utsendt effekt, til A/D-omformer 280. Inngangssignalene for temperatur og trykk blir tilført over linjene 292 og 294 til A/D-omformer 280. Buss 296 forbinder A/D-omformer 280 og prosessor 262 for to-veis kommunikasjon. Her måles ikke de innfallende og reflekterte energier. Bare den utsendte energi måles. Denne versjon vil være mest egnet for overvåkning av nær tapsfrie fluider, hvor fluidsammensetningen ikke varierer over et vidt område og hvor kostnadene er viktige. To slike anvendelser er offentlig overvåkning av kvaliteten på petroleum som overføres i rørledninger og likeledes overvåkning av dampkvalitet.

Fig. 43 viser en annen form for elektronisk krets 300 som kan benyttes sammen med overvåkningsanordningen 150 for sammensetning. En digital prosessor 302 er forbundet via en digital buss 304 med en D/A-omformer 306 og en frekvensteller 308. D/A-omformer 306 er forbundet med en strømkilde 309 via linjen 310. Strømkilden 309 er koblet via linje 312 til en 0.1 til 2 GHz radiofrekvent sveipe-oscillator 314. Utgangen 316 fra oscillatoren 314 er ført til en to-veis effektsplitter 281. Utgangen 318 fra effektsplitteren 281 blir ført til en tre-veis effektsplitter 283 og utgangen 320 føres til blandekrets 322. Den tre-veis effektsplitter er koblet til overvåkningsanordning 150 for sammensetning via linjene 285, 287 og 289. Linjen 320 er koblet til frekvensteller 308 via

kobler 326. Frekvensteller 308 utgjør en tilbakekoblings-
sløyfe for å kompensere for drift i kilden 314. En ovnstyrt,
stabil 30 MHz oscillator 328 er koblet til blandekrets 322
via linjen 330. Blandekrets 322 er koblet gjennom en 0,1 Ghz,
5 +10-15 dB båndbreddeforsterker 332, linjen 300, en tre-veis
effektsplitter 291 samt linjene 334-338 til blandekretsene
340-344. Utgangslinjene 346-350 fra overvåkningsanordning 150
er også koblet til blandekretsene 340-344. Utgangene 352-356
fra blandekretsene 340-344 er koblet via 30 MHz båndpass-
10 filtre 358-362 til mellomfrekvens 30 MHz automatisk spen-
ningsstyrte forsterkere 364-368. Utgangene 370-374 fra for-
sterkerne 364-368 blir ført via detektordiodene 376 til A/D-
omformer 378. De resterende forbindelser blant inngangene til
overvåkningsanordning 150, overvåkningsanordningen 150, A/D-
15 omformer 378 og digitalprosessor 302 er de samme som kretsene
200 i fig. 41, og de vil derfor ikke bli beskrevet nærmere.
Konstruksjonen og driften av utførelsen i henhold til fig. 43
er forøvrig den samme som for utførelsen i henhold til fig.
41, bortsett fra det som er vist og omtalt ovenfor.

20 Systemet i fig. 43 har både en kortere responstid og en
lavere kostnad enn systemet i henhold til fig. 41, fordi den
ikke benytter en presisjons-signalgenerator med digital
styring. Systemet i henhold til fig. 43 er derfor nyttig for
generelle overvåkningsanvendelser hvor den større nøyaktighet
25 for systemet i henhold til fig. 41, ikke er påkrevet.

Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende
oppfinnelse, slik som beskrevet til nå og illustrert ved
utførelsene 1-9, er konstruert for å foreta en nøyaktig
måling av dielektrisitetsegenskapene til materialer. På grunn
30 av den fysiske åpne struktur som muliggjøres ved hjelp av
foreliggende oppfinnelse, er apparatet i henhold til opp-
finnelsen særlig egnet for måling av materialer og blandinger
som beveger seg, f.eks. strømmer, gjennom måleapparatet.
Presisjonen og hastigheten hvorved de dielektriske målinger
35 kan utføres, gjør det mulig å konfigurere de forskjellige
utførelsene av foreliggende oppfinnelse på en slik måte at en
kan måle strømningshastigheten for materialet idet det
passerer gjennom apparatet. Dette kan utføres ved to metoder.

Utførelse 10.

I en utførelse av strømningsmåleren som vist i fig. 44, er to overvåkningsanordninger for sammensetning 301 og 303 sammenbundet ved hjelp av et rør 305 med kjent lengde. Utgangen fra disse to overvåkningsanordninger er kryss-korrelert i tid for å måle strømningshastigheten for prosessmaterialet. Med andre ord måles tidsdifferansen i løpet av hvilken en viss porsjon av materialet passerer fra overvåkningsanordningen 301 til 303. Denne tidsdifferansen og avstanden mellom overvåkningsanordningene fastlegger direkte strømningshastigheten i materialet som passerer gjennom systemet. Den spesielle overvåkningsanordning som benyttes for denne utførelsen kan være en hvilken som helst som er i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse.

Da kryss-korrelasjonsteknikken for måling av strømningshastigheter ikke er ny, vil den ikke bli beskrevet mer detaljert her. Det er imidlertid viktig å merke seg at denne teknikken bare vil fungere dersom materialet som måles forandrer sine dielektriske egenskaper ganske dramatisk langs prosessens strømningslinje. Den arbeider i virkeligheten best når det foreligger øyeblikkelige forandringer, slik som de som inntreffer under ujevne strømningsstilstander. Dersom det målte materiale er jevnt blandet og ikke forandrer sine dielektrisitetsegenskaper svært plutselig, noe som vanligvis er tilfellet, vil denne kryss-korrelasjonsteknikken ikke virke. Utgangen fra overvåkningsanordningene 301 og 303 vil da hovedsakelig være identisk ved alle tidspunkt.

Utførelse 11.

En mer generelt nyttig teknikk for måling av strømningshastigheten for en prosess-strøm som gjør bruk av et måleapparat for måling av materialet dielektriske egenskaper i henhold til foreliggende oppfinnelse, er vist i fig. 45. I denne utførelsen er en injiseringsport eller ventil 311 for materiale innkoblet oppstrøms for overvåkningsanordningen for sammensetningen 313 via et rør 315. Avstanden mellom ventilen 311 og overvåkningsanordning 313 er fast og kjent. Injeksjonsporten 311 benyttes for å injisere materialet 317 inn i prosess-strømmen 319, hvorved de dielektriske egenskaper for strømmen 319 vil bli modifisert som målt av overvåknings-

anordning 313 for sammensetningen. For å måle strømningshastigheten benyttes injeksjonsport 311 til å injisere en liten klump av materialet 317 inn i strømmen 319 ved tiden t_1 . Materialet 317 må ha betydelig avvikende dielektriske egenskaper i forhold til den vanlige massen. Når det tilførte materiale 317 beveger seg gjennom overvåkningsanordningen 313, vil utgangen fra overvåkningsanordningen 313 forandre seg plutselig, som resultat av passasjen. Når materialet 317 passerer, noteres tiden t_2 . Avstanden mellom injeksjonsport 311 og overvåkningsanordning 313 delt med tidsdifferansen $t_2 - t_1$ gir strømningshastigheten for prosess-strømmen. Den spesielle overvåkningsanordning for sammensetningen som benyttes i denne utførelsen kan være en hvilken som helst som stemmer overens med foreliggende oppfinnelse.

Et eksempel på hvordan denne fremgangsmåte for bestemmelse av strømningshastigheten kan realiseres, er vist ved utførelsen av overvåkningsanordningen for olje, vann og gass. Dersom saltlake injiseres i en blanding av olje, vann og gass, så vil blandingens permittivitet og konduktivitet kunne øke. Økningen kan lett måles av måleapparatet for dielektrika i henhold til foreliggende oppfinnelse. Mer tradisjonelle metoder for å måle strømningshastigheten av olje, vann og gass, slik som turbinmålere, medfølgermålere, og venturimetre, svikter fordi fluidet har en natur som omfatter to faser (væske/gass). Derfor vil verdien av fremgangsmåten for å måle strømningshastigheten som beskrevet her, være viktig.

Det vil nå være lett forståelig for fagfolk innenfor dette området at det er frembragt en ny fremgangsmåte for å måle sammensetningen av blandinger og et nytt apparat for å overvåke sammensetningen av materialer og blandinger som omfatter flere komponenter, hvorved de oppgitte formål med oppfinnelsen er oppnådd. Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse fører til den nøyaktige måling av de dielektriske egenskaper for praktisk talt alle materialer eller blandinger av slike, innbefattende faste stoffer, væsker eller gasser, blandinger av faststoffer/gasser, faststoffer/væsker, væsker/gasser, væsker/væsker, eller faststoffer/væsker/gasser. Oppfinnelsen kan benyttes ved å måle enkeltstykker av prøvematerialet, satser av

blandinger, eller kontinuerlig strømmende materiale. Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan benyttes for å måle sammensetningen av materialer, hvor de dielektriske egenskaper kan være relatert til
5 materialets sammensetning eller blanding. Når dette ikke er tilfelle, kan apparatet fortsatt benyttes som en overvåkningsanordning for forandringer eller trender i materialet.

Fremgangsmåten i henhold til foreliggende oppfinnelse benytter en teknikk med balansert brokobling for radiofre-
10 kvente målinger av dielektriske egenskaper i fysisk sett åpne, men elektrisk sett isolerte strukturer. Den fysisk åpne struktur i henhold til foreliggende fremgangsmåte og apparat, tillater overvåkning av materialer som beveger seg gjennom måleapparatet uten at apparatet innvirker på materialet eller
15 at materialet ødelegger apparatet. Den elektriske isolasjon av testseksjonen til apparatet reduserer eller eliminerer potensielle feil som kunne være forårsaket av reflektert interferens fra annet maskineri eller apparater utenfor testseksjonen. Fremgangsmåten og apparatet i henhold til fore-
20 liggende oppfinnelse er konstruert for å frembringe et elektromagnetisk interferensmønster mellom to elektromagnetiske bølger som utbrer seg i motsatte retninger i apparatet. Driftsfrekvensen sveipes for å finne karakteristiske frekvenser ved hvilke interferensen enten er konstruktiv eller destruktiv og det målte innføringstap enten har en
25 maksimalverdi eller en minimalverdi. De karakteristiske frekvensene omformes til informasjon som angir fluidets permittivitet. Denne interferometriske, balanserte broteknikk forenkler overføringsmekanismen sterkt, og bedrer
30 nøyaktigheten. Når konduktiviteten for det målte materialet er for stor, vil apparatet i stedet måle fluidets konduktivitet ved å måle innføringstapenes variasjon. Ved å måle fluidets egenskaper ved steder som er anbragt omkring testapparatet, vil apparatet fastlegge hvorvidt materialet
35 som måles er homogent blandet eller ei. Apparatet benytter permittivitet- eller konduktivitets- og tetthetsmålinger for å bestemme sammensetningen av tre eller fire komponenter i blandingen, slik som olje, vann og gass.

Fremgangsmåten og apparatet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan også benyttes for å måle strømningshastighetene til prosessmaterialet ved enten å bruke kryss-korre-lasjonsteknikk som implementeres med to overvåknings-
5 anordninger plassert en kjent avstand fra hverandre i en prosess-strøm, eller ved å benytte en eneste overvåknings-anordning anbragt ved en kjent avstand nedstrøms for en injiseringsinnretning som injiserer et materiale inn i prosess-strømmen og derved modifierer dets dielektriske
10 egenskaper.

P a t e n t k r a v

1. Overvåkningsanordning for å bestemme forhold ved en sammensetning som inneholder flere komponenter, hvilken anordning omfatter: en transduser (135, 135A, 135C, 40, 60, 80, 410, 261, 150, 301, 303, 313) med en elektrisk ledende vegg som utgjør en omhylning med fysisk sett åpne ender innrettet for innføring av sammensetningen, hvilken transduser omfatter en testseksjon (141, 45, 64, 82, 245, 152) med en første og en andre ende; minst én koblingsanordning (137, 137A, 137C, 46, 70, 86, 142, 160, 162, 164) for transmisjon av elektromagnetiske bølger; og en mottagerkobling (137B, 139C, 47, 72, 88, 144, 166, 168, 170) for mottagning av elektromagnetiske bølger som begge vender inn mot omhylningen slik at denne utgjør en bølgeleder; idet den minst ene transmisjons-koblingsanordning er anbragt ved et første sted på testseksjonen for å generere elektromagnetiske bølger i omhylningen mens den mottagende koblingsanordning er plassert ved et andre sted på testseksjonen for mottagning av elektromagnetiske bølger fra omhylningen;

k a r a k t e r i s e r t v e d at transduseren dessuten omfatter en impedans-seksjon (145, 44, 68, 84, 241, 243, 154) ved hver av de første og andre ender av testseksjonen, idet disse impedans-seksjoner har en impedans forskjellig fra impedansen til testseksjonen; en krets utformet slik at transduseren utgjør i det minste én elektrisk forbindelse i denne; samt innretninger for å frembringe en minimum- eller maksimum-utgang fra kretsen ved induksjon av et elektromagnetisk interferensmønster, hvilken minimum- eller maksimum-utgang tjener til å karakterisere relative mengdeforhold av komponentene som inngår i sammensetningen.

2. Overvåkningsanordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen (141, 45, 64, 82, 245, 152) har en omkrets som ikke er sammenfallende i utstrekning med omkretsen til impedans-seksjonen (145, 44, 68, 84, 241, 243, 154).

3. Overvåkningsanordning ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen (141,
45, 64, 82, 245, 152) har en annen størrelse enn impedans-
seksjonen (145, 44, 68, 84, 241, 243, 154).
4. Overvåkningsanordning ifølge krav 2 eller 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen har en
annen form enn impedans-seksjonen.
5. Overvåkningsanordning ifølge krav 2, 3 eller 4,
k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen har en
annen geometrisk utforming enn impedans-seksjonen.
6. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av
kravene 2-5,
k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen har en
annen diameter enn impedans-seksjonen.
7. Overvåkningsanordning ifølge krav 6,
k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen har en
større diameter enn impedans-seksjonen.
8. Overvåkningsanordning ifølge krav 6,
k a r a k t e r i s e r t v e d at testseksjonen har en
mindre diameter enn impedans-seksjonen.
9. Overvåkningsanordning ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at hver av impedans-
seksjonene (184, 247) som er innrettet til å avslutte test-
seksjonene, omfatter i det minste én fysisk diskontinuitet i
den elektrisk ledende vegg.
10. Overvåkningsanordning ifølge krav 9,
k a r a k t e r i s e r t v e d at hver fysisk diskonti-
nuitet i den elektrisk ledende vegg innbefatter minst én del
av den elektrisk ledende vegg med et større tverrsnitt enn
den øvrige del av den elektrisk ledende vegg.

11. Overvåkningsanordning ifølge krav 9 eller 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver av de fysiske diskontinuiteter hovedsakelig ligger i et plan som står tvers på lengderetningen til omhylningen.

12. Overvåkningsanordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at impedans-seksjonen omfatter en hylse av isolerende materiale posisjonert ved en innvendig overflate av den elektrisk ledende vegg, hvilken hylse av isolerende materiale befinner seg inntil de transmitterende og mottagende koblingsanordninger, idet hylsen med isolerende materiale har andre deler (68) av et annet isolerende materiale og hvor én andre del er forbundet med den første del på hver side av de nevnte transmitterende og mottagende koblingsanordninger, idet det andre isolerende materiale har en dielektrisitetskonstant som avviker sterkt fra dielektrisitetskonstanten til det første isolerende materiale.

13. Overvåkningsanordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at impedans-seksjonen omfatter deler (44) av de nevnte elektrisk ledende veggområder posisjonert på en vilkårlig side av testseksjonen, idet testseksjonen (45) har en stoppfrekvens som avviker fra stoppfrekvensen til impedans-seksjonen.

14. Overvåkningsanordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en isolerende hylse (59) som strekker seg gjennom den første del og den andre del av den elektrisk ledende vegg.

15. Overvåkningsanordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at impedans-seksjonen omfatter en reaktiv belastning (241, 243) for bølgelederen, forbundet med hver av de første og andre ender av testseksjonen, idet bølgelederens reaktive belastninger i hovedsak er parallelle med lengderetningen til testseksjonen og er segmentert av flere metallflater (247, 247A-H).

16. Overvåkningsanordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at impedans-seksjonen omfatter en tapsbelastning (145) koblet til hver av de første og andre ender av testseksjonen.

17. Overvåkningsanordning ifølge krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter et praktisk talt tapsfritt bølgeledermateriale anbragt i testseksjonen og at impedans-seksjonen innbefatter et bølgeledermateriale med store tap (145) anbragt ved begge de to ender av testseksjonen.

18. Overvåkningsanordning ifølge krav 17, k a r a k t e r i s e r t v e d at de tapsfrie bølgeledermaterialer og bølgeledermaterialene med tap er innrettet for elektrisk isolering av testseksjonen i transduseren.

19. Overvåkningsanordning ifølge krav 1, 16, 17 eller 18, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver enkelt transmisjonskoblingsanordning omfatter minst en første transmisjonskoblingsanordning (137) og en andre transmisjonskoblingsanordning (137), idet den mottagende koblingsanordning (139) er anbragt i en annen avstand fra den første transmisjonskoblingsanordning enn fra den andre transmisjonskoblingsanordning.

20. Overvåkningsanordning ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at minst én transmisjonskoblingsanordning for elektromagnetiske bølger omfatter flere transmitterende åpninger (142, 160, 162, 164) for elektromagnetiske bølger, og at minst én mottagende koblingsanordning for elektromagnetiske bølger omfatter flere åpninger (144, 166, 168, 170) for mottagning av elektromagnetiske bølger, idet de transmitterende og mottagende åpninger er posisjonert omkring den elektrisk ledende vegg.

21. Overvåkningsanordning ifølge et av de ovenstående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter en oppsplittingsinnretning (3, 165, 201) utenfor testseksjonen

innrettet for oppsplitting av et inngangssignal rettet mot testseksjonen i første og andre signalandeler, og hvor kretsen omfatter en brokrets som tjener til å balansere den første signalandel mot den andre signalandel, idet innretningene for å splitte inngangssignalet er koblet for å sende minst en første signalandel gjennom testseksjonen; og at innretningen for å produsere en minimum- eller maksimum-utgang fra kretsen, er koblet for å motta den andre signalandel for å avstemme kretsen slik at den frembringer sitt maksimum eller minimumsignal.

22. Overvåkningsanordning ifølge krav 21, k a r a k t e r i s e r t v e d at kretsen er tildannet for å videresende de første og andre signalandeler gjennom testseksjonen, og for å la den andre signalandel, men ikke den første signalandel passere gjennom innretningen (153, 149, 211, R3, 231, 153, 149) for produksjon av et minimum eller maksimum utgangssignal.

23. Overvåkningsanordning ifølge krav 21 eller 22, k a r a k t e r i s e r t v e d at den innbefatter en variabel frekvensgenerator (2, 199) oppkoblet for å tilveiebringe inngangssignalet til signaloppsplittingsinnretningen (3,165,201).

24. Overvåkningsanordning ifølge krav 21, 22 eller 23, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en fasejusteringskrets (153, 211) innrettet for justering av fasen til den andre signalandel.

25. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av kravene 21-24, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en variabel motstand (RT, 22, R3, 149) innrettet for justering av dempningen til det andre signal.

26. Overvåkningsanordning ifølge krav 21, k a r a k t e r i s e r t v e d at kretsen for frembringelse av en minimum-utgang fra brokretsen, omfatter anordning-

er for å justere en transmisjonsegenskap for den andre signaldel slik at denne frembringer null utgangssignal.

27. Overvåkningsanordning ifølge krav 26, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen for å justere transmisjonsegenskapen til den andre signalandel omfatter innretninger (153, 211) for justering av fasen til den andre signalandel.

28. Overvåkningsanordning ifølge krav 26 eller 27, k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningen for å justere transmisjonsegenskapen til den andre signalandel omfatter en innretning for å justere dempningen (RT, 22, R3, 149) til den andre signalandel.

29. Overvåkningsanordning ifølge krav 26, 27 eller 28, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter innretninger forbundet med den minst ene transmisjonskoblingsanordning, innrettet til å variere frekvensen til de elektromagnetiske bølger.

30. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av kravene 21-29, k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningen for å frembringe en minimum-utgang fra brokretsen, omfatter en faseforskyvningskrets (201) for innføring av en transmisjonsfasedifferanse på 180° mellom de første og andre signalandeler.

31. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av kravene 1-20, k a r a k t e r i s e r t v e d at kretsen utgjøres av en brokrets og at transduseren består av to elektriske veier i brokretsen.

32. Overvåkningsanordning ifølge krav 31, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter justerbare kretselementer for brokretsen anbragt utenfor transduseren.

33. Overvåkningsanordning ifølge krav 32,
k a r a k t e r i s e r t v e d at de justerbare krets-
elementer omfatter et variabelt dempeledd (R11, 11, R3, 149).
34. Overvåkningsanordning ifølge krav 32 eller 33,
k a r a k t e r i s e r t v e d at de justerbare krets-
elementer omfatter en variabel faseforskyvningskrets (153,
211).
35. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av de
foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en
tetthetsdetektor (236, 167) forbundet med transduseren og
anbragt på et sted som ligger i avstand fra testseksjonen,
innrettet for måling av tettheten til sammensetningen.
36. Overvåkningsanordning ifølge krav 35,
k a r a k t e r i s e r t v e d at minimums- eller maksi-
mums-utgangssignalet samt den målte tetthet tjener til å angi
forholdene mellom de komponenter som sammensetningen inne-
holder.
37. Overvåkningsanordning ifølge krav 35 eller 36,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en
sammenligningsanordning (222) forbundet med tetthetsmåleren
for å sammenligne den målte tetthet med en kalkulert tetthet
for sammensetningen.
38. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av de
foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at omhylningen innbe-
fatter en passasje innrettet til gjennomstrømning av sammen-
setningen.
39. Overvåkningsanordning ifølge krav 38,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en måle-
anordning (303, 311) forbundet med passasjen for fastlegging
av strømningshastigheten som sammensetningen har gjennom
passasjen.

40. Overvåkningsanordning ifølge et hvilket som helst av de foregående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d at transmisjons- og mottagnings-koblingsanordningene er anbragt i den elektrisk ledende vegg.

41. Overvåkningsanordning (301) ifølge krav 38, og montert ved et første sted langs et rør innrettet for gjennomstrømming av sammensetningen, kombinert med en andre overvåkningsanordning (303) ifølge krav 38, og anbragt ved et annet sted langs røret i avstand fra det første sted, og hvor den første og den andre overvåkningsanordning i kombinasjon utgjør en enhet for fastleggelse av strømningshastigheten til sammensetningen gjennom røret,

k a r a k t e r i s e r t v e d at overvåkningsanordningen dessuten omfatter korrelasjonsanordninger koblet til den første og andre overvåkningsanordning og innrettet for krysskorrelering av utgangssignalene fra første og andre overvåkningsanordning av sammensetningen for derav å bestemme lengden på den tid det tar for endel av sammensetningen å passere fra det første sted til det andre sted.

42. Overvåkningsanordning ifølge krav 39,

k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen koblet til passasjen omfatter en material-injiserende port (311) montert til et rør ved en kjent avstand oppstrøms fra en overvåkningsdel (313) til overvåkningsanordningen som også er montert til røret, og hvor overvåkningsdelen og den material-injiserende port sammen er innrettet til å bestemme strømningshastigheten som sammensetningen har gjennom passasjen, idet overvåkningsanordningen dessuten omfatter innretninger for å måle det tidsrom det tar fra materialet som injiseres ved material-injiseringporten beveger seg til overvåkningsdelen.

43. Fremgangsmåte for å bestemme forhold ved en sammensetning som inneholder flere komponenter, omfatter følgende trinn:

- 1) tilveiebringelse av minst én elektromagnetisk transmisjonskobler (137, 137A, 137C, 461, 70, 86, 142, 160, 162, 164) i avstand fra en mottagningskobler (137B, 139C, 47, 42, 88, 144, 166, 168, 170);
- 2) transmisjon av elektromagnetiske bølger inn i sammensetningen; og
- 3) mottagning av de utsendte elektromagnetiske bølger ved mottagningskobleren,
k a r a k t e r i s e r t v e d trinnene:
- 4) generering av et interferensmønster mellom de elektromagnetiske bølger i blandingen,
- 5) variasjon av frekvensen til de elektromagnetiske bølger, og
- 6) observering av frekvensene ved hvilke de utsendte energi-maksima eller energi-minima blir mottatt.

44. Fremgangsmåte ifølge krav 43,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den dessuten omfatter trinnet å måle tettheten av blandingen som innbefatter de mange komponenter.

45. Fremgangsmåte ifølge krav 43,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den dessuten omfatter trinnene:

- 7) måling av temperatur og trykk for blandingen av de mange komponenter,
- 8) generering av en målt permittivitet for blandingen med de mange komponenter ut fra de observerte maksima- eller minimafrekvenser,
- 9) generering av en målt tetthet for blandingen av de mange komponenter,
- 10) innstilling av en første variabel som angår det volumetriske forholdet for en første komponent i blandingen, til null,
- 11) kalkulering av et volumetrisk forhold for hver gjenværende komponent av blandingen utenom den første komponent, fra den målte permittivitet til blandingen med de mange komponenter,

- 12) kalkulering av en tetthet for blandingen med de mange komponenter fra de kalkulerte volumetriske forhold for de gjenværende komponenter i blandingen,
- 13) sammenligning av den kalkulerte tetthet for blandingen med den målte tetthet for blandingen,
- 14) dersom den kalkulerte tetthet ikke er større enn den målte tetthet for blandingen, fortsettes til trinn 17),
- 15)—dersom den kalkulerte tetthet er større enn den målte tetthet for blandingen, re-settes den første variabelen til en ny verdi og det foretas en re-kalkulering av de volumetriske forhold for de gjenværende komponenter basert på den nyinnstilte, første variabelen,
- 16) gjentakelse av trinn 15) inntil den kalkulerte tetthet for blandingen blir lik den målte tetthet for blandingen, og deretter fortsettes til trinn 19),
- 17) dersom den kalkulerte tetthet er mindre enn den målte tetthet, innstilles en andre variabel som angår et volumetrisk forhold for komponenten med lavest tetthet i blandingen til null, og dersom den kalkulerte tetthet ikke er mindre enn den målte tetthet fortsettes til trinn 19),
- 18) re-kalkulering, basert på den målte tetthet, av de volumetriske forhold for andre komponenter i blandingen bortsett fra komponenten med lavest tetthet, innbefattende en kalkulering av en tredje variabel som er relatert til det volumetriske forhold for en komponent med den høyeste permittivitetsverdi,
- 19) kalkulering av permittiviteten for blandingen basert på de volumetriske forhold for komponentene i blandingen, hvor de volumetriske forhold som benyttes ved kalkulering av permittiviteten er de tilbakestilte og re-kalkulerte forhold, dersom slik tilbakestilling eller re-kalkulering er blitt utført,
- 20) sammenligning av den kalkulerte permittivitet for blandingen med den målte permittivitet for blandingen,
- 21) dersom den kalkulerte permittivitet er større enn den målte permittivitet reduseres den tredje variabelen og dersom den kalkulerte permittivitet er mindre enn den målte permittivitet økes den tredje variabelen og re-kalkulering av de volumetriske forhold utføres for de gjenværende komponenter i

blandingen bortsett fra komponenten med høyest permittivitet, basert på den re-satte tredje variabelen, slik at den kalkulerete tetthet opprettholdes lik den målte tetthet, og

22) gjentakelse av trinn 21) inntil den kalkulerete permittivitet er lik den målte permittivitet for derved å bestemme de volumetriske forhold for komponentene i blandingen.

46. Fremgangsmåte ifølge krav 45,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den første komponenten i blandingen er en gass.

47. Fremgangsmåte ifølge krav 45,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den første komponenten og komponenten med lavest tetthet er samme komponent.

48. Fremgangsmåte ifølge krav 43,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter følgende trinn:

7) måling av temperatur, tetthet, trykk, permittivitet og/eller konduktivitet for sammensetningen,

8) utvelging av én verdi for permittivitet eller konduktivitet samt én verdi for tettheten for sammensetningen med de mange komponenter,

9) innstilling av en første variabel relatert til det volumetriske forhold for én av komponentene i blandingen, til null, -

10) kalkulering av et volumetrisk forhold for hvert gjenværende komponent unntatt den første komponenten i blandingen, fra den målte permittiviteten til blandingen med flere komponenter,

11) kalkulering av en tetthet for blandingen med de mange komponenter fra de kalkulerete volumetriske forhold for de gjenværende komponenter i blandingen,

12) sammenligning av den kalkulerete tetthet av blandingen og den målte tetthet av blandingen,

12.1) dersom den kalkulerete tetthet ikke er større enn den målte tetthet, fortsettes til trinn 15) nedenfor,

- 13) dersom den kalkulerte tetthet er større enn den målte tetthet, tilbakestilles den første variabelen til en ny verdi og de volumetriske forhold for de gjenværende komponenter re-kalkuleres basert på den tilbakestilte første variabelen,
- 14) gjentakelse av trinn 14) inntil den kalkulerte tetthet for blandingen er lik den målte tetthet til blandingen, og deretter fortsettes til trinn 18),
- 15) dersom den kalkulerte tetthet er mindre enn den målte tetthet, innstilles en andre variabel relatert til et volumetrisk forhold for komponenten med lavest tetthet i blandingen, til null, og dersom den kalkulerte tetthet ikke er mindre enn den målte tetthet, fortsettes til trinn 17),
- 16) re-kalkulering, basert på den målte tetthet, av de volumetriske forhold for andre komponenter i blandingen utenom komponenten med lavest tetthet, omfattende en kalkulering av en tredje variabel som er relatert til det volumetriske forhold for en komponent med den høyeste permittivitetsverdi,
- 17) kalkulering av permittiviteten til blandingen basert på de volumetriske forhold for komponentene i blandingen, hvor de volumetriske forhold som benyttes ved kalkulering av permittiviteten er de tilbakestilte og re-kalkulerte forhold, dersom slik tilbakestilling eller re-kalkulering er blitt gjennomført,
- 18) sammenligning av den kalkulerte permittivitet for blandingen med den målte permittivitet for blandingen,
- 19) dersom den kalkulerte permittivitet er større enn den målte permittivitet reduseres den tredje variabelen, og dersom den kalkulerte permittivitet er mindre enn den målte permittivitet økes den tredje variabelen, og re-kalkulering av de volumetriske forhold for de gjenværende komponenter i blandingen unntatt for komponenten med høyest permittivitet, basert på den tilbakestilte tredje variabelen foretas, slik at den kalkulerte tetthet holdes lik den målte tetthet; og
- 20) repetering av trinn 19) inntil den kalkulerte permittivitet blir lik den målte permittivitet for å bestemme komponentenes volumetriske forhold i blandingen.

49. Fremgangsmåte ifølge krav 48,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den første komponenten i blandingen er en gass.

50. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av kravene 43-49,

k a r a k t e r i s e r t v e d at de elektromagnetiske bølger transmitteres og mottas ved flere punkter rundt en testseksjon som omslutter blandingen.

51. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av kravene 43-50,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter et trinn med å la blandingen strømme forbi transmisjonskoblingsanordningene og mottagningskoblingsanordningen.

52. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 43-51,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den innbefatter isolering av transmisjons- og mottagningskoblingsanordningene med en belastning på hver side av de transmisjonskoblingsanordninger som ligger fjernt fra mottagningskoblingsanordningen.

53. Fremgangsmåte ifølge krav 52,

k a r a k t e r i s e r t v e d at belastningen omfatter en reaktiv belastning.

54. Fremgangsmåte ifølge krav 52,

k a r a k t e r i s e r t v e d at belastningen omfatter en resistiv belastning.

55. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 43-54,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter trinnet med å bestemme strømningshastigheten til blandingen som omfatter flere komponenter.

56. Fremgangsmåte ifølge krav 55, og hvor trinnene 1)-6) blir utført ved et første sted til en første tid, og omfatter en første måling av sammensetningen,

k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten brukes til fastlegning av strømningshastigheten idet den omfatter følgende trinn: generering av en andre måling av sammensetningen ved å måle sammensetningen med flere komponenter i overensstemmelse med trinnene 1-6 ved et annet tidspunkt og ved et annet sted i avstand fra det første sted, og krysskorrelering av de første og andre målinger av sammensetningen.

57. Fremgangsmåte ifølge krav 55, hvor trinnene 1)-6) blir utført ved et første sted,

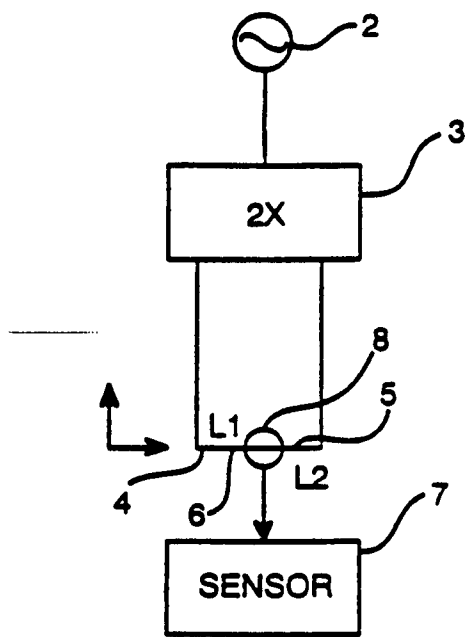
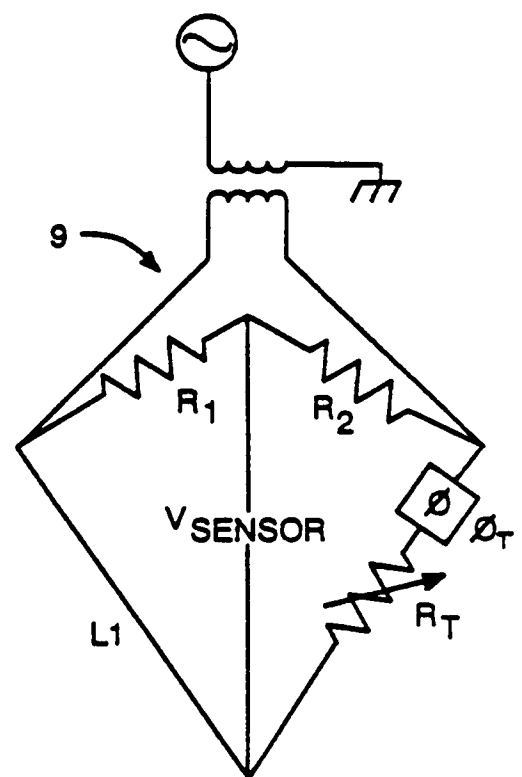
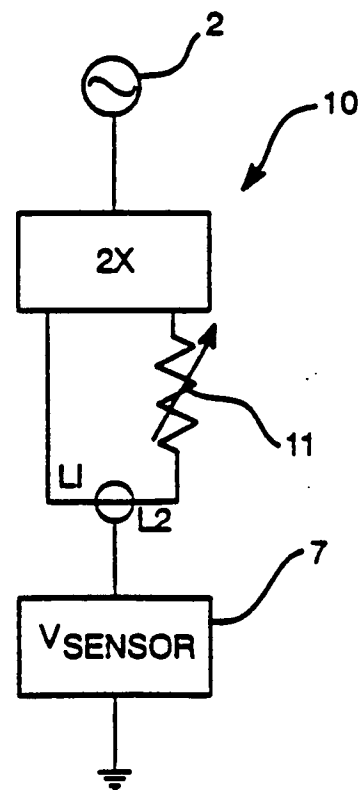
k a r a k t e r i s e r t v e d at fastleggingen av strømningshastigheten omfatter følgende trinn: injisering av et materiale i sammensetningen med flere komponenter ved et annet sted som har en kjent avstand fra det første sted, og bestemmelse av strømningshastigheten ut fra tiden det tar for det injiserte materialet å bevege seg fra det andre sted til det første sted.

58. Målesystem for måling av strømningshastigheten til en sammensetning som strømmer i et rør, hvilket system omfatter: en første overvåkningsanordning (301) i henhold til et av kravene 1-38, posisjonert ved et første sted langs røret og en andre overvåkningsanordning (303) i henhold til ett av kravene 1-38 anbragt ved et annet sted langs røret, k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet dessuten omfatter korreleringsanordninger for korrelering av første og andre verdier detektert av den første, henholdsvis andre, overvåkningsanordning for å bestemme tiden som kreves for at en gitt del av sammensetningen skal bevege seg fra den første overvåkningsanordning til den andre overvåkningsanordning.

59. Målesystem for måling av strømningshastigheten til en sammensetning som flyter gjennom et rør, hvilket system omfatter en overvåkningsanordning (313) ifølge et hvilket som helst av kravene 1-38, anbragt ved et forutbestemt overvåkningssted langs røret,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det dessuten omfatter en injiseringsanordning (311) forbundet med røret ved et

første sted og innrettet for injisering av et materiale inn i røret, hvilket materiale har minst én elektrisk karakteristikk med en verdi som avviker fra verdien for samme elektriske karakteristikk for sammensetningen; idet overvåkningsanordningen (313) er innrettet for å måle verdiene for den elektriske karakteristikk til det injiserte materialet og til sammensetningen; samt kretser for å generere verdirepresentative signaler av disse karakteristika, såsnart de er detektert av overvåkningsanordningen, for å detektere endringer i verdiene for derved å bestemme tiden det tar for det injiserte materialet å flyte fra det første injiseringssted til det forutbestemte overvåkningssted.

**FIG.-1.****FIG.-2.****FIG.-3.**

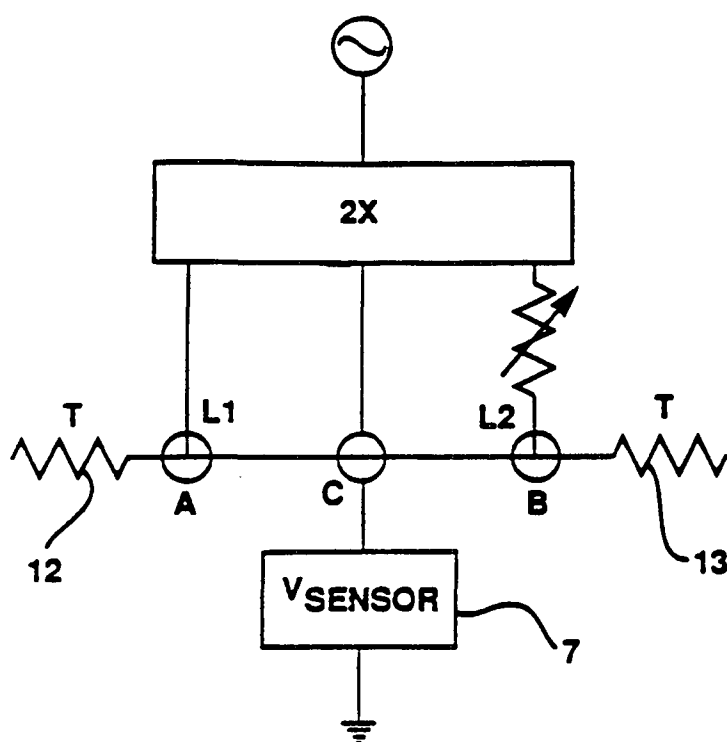


FIG.-4.

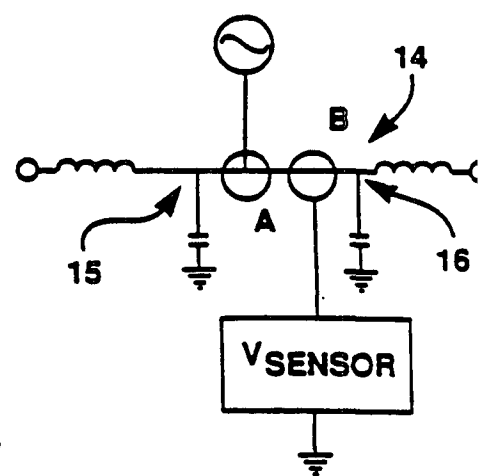


FIG.-5.

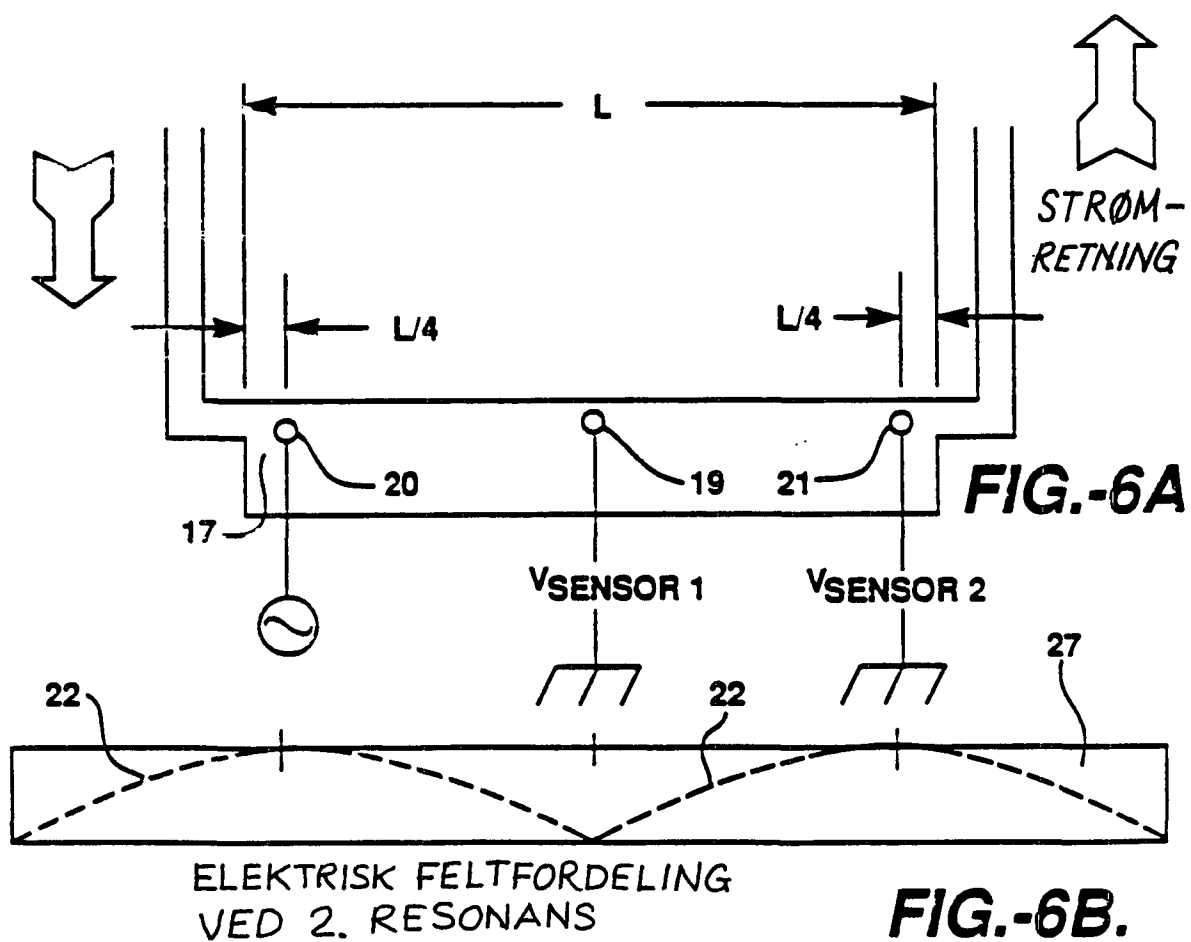


FIG.-6B.

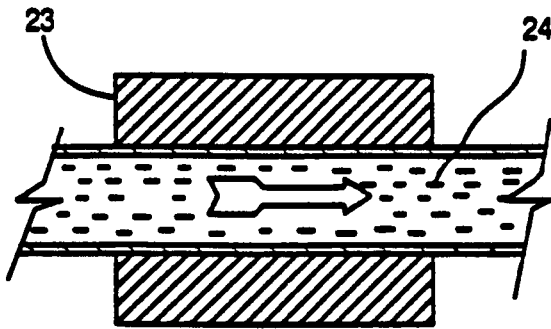


FIG.-7.

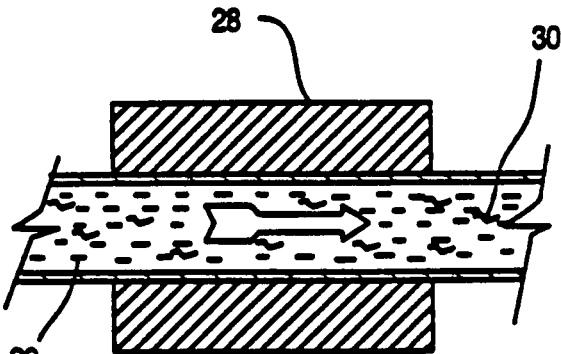


FIG.-9.

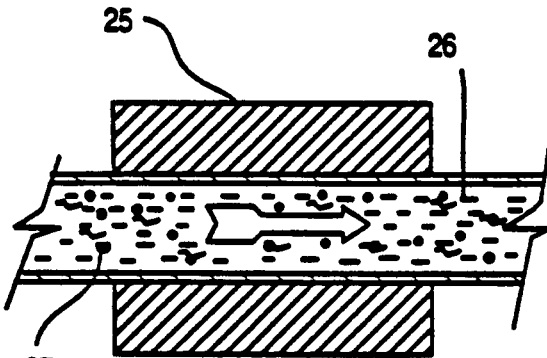


FIG.-8.

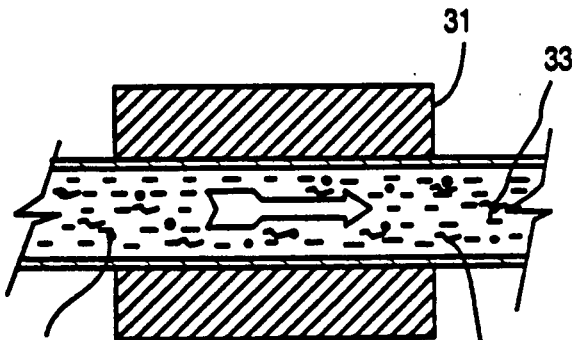


FIG.-10.

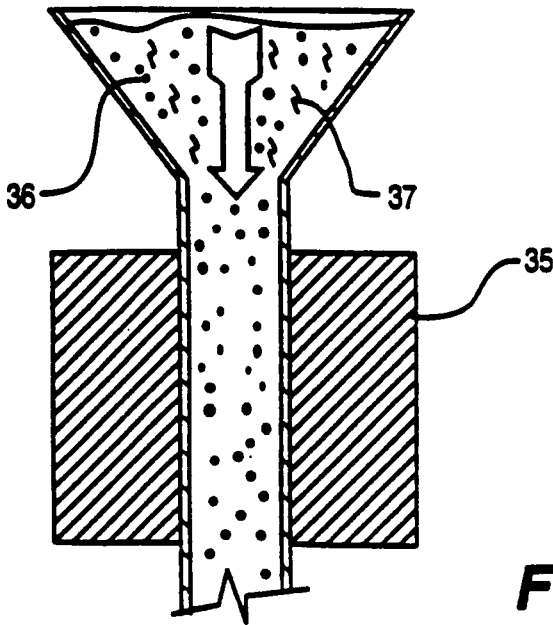


FIG.-11.

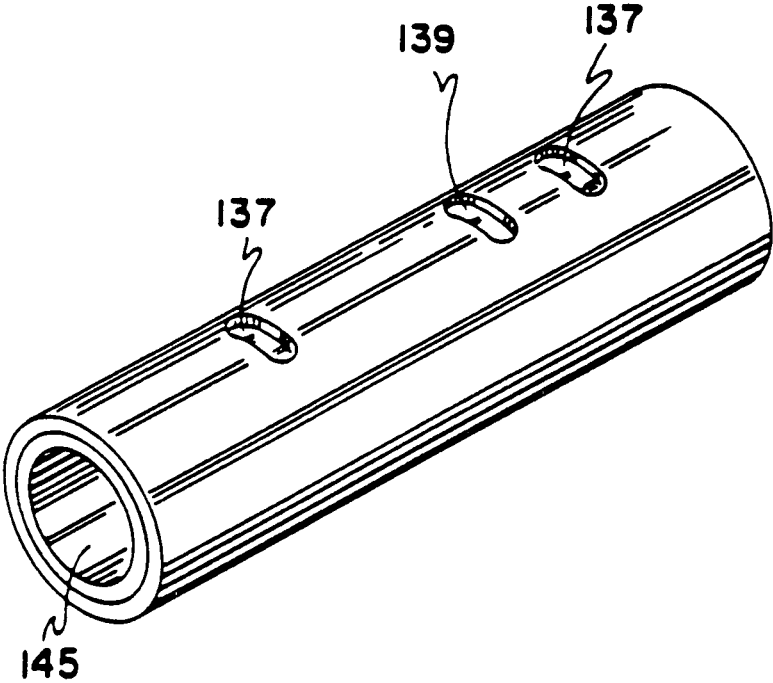


FIG.-12.

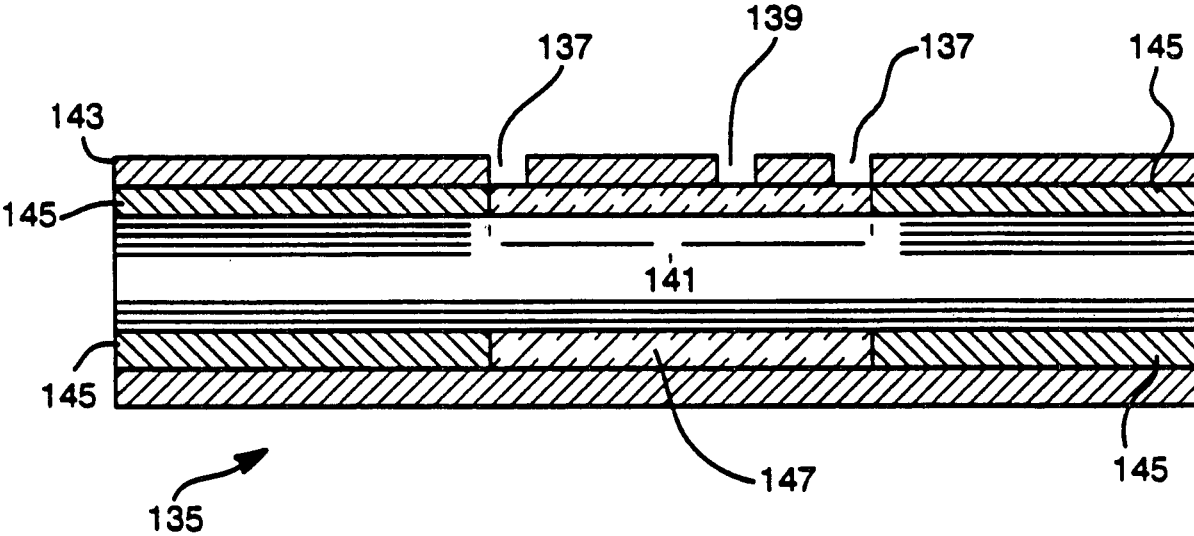


FIG.-13.

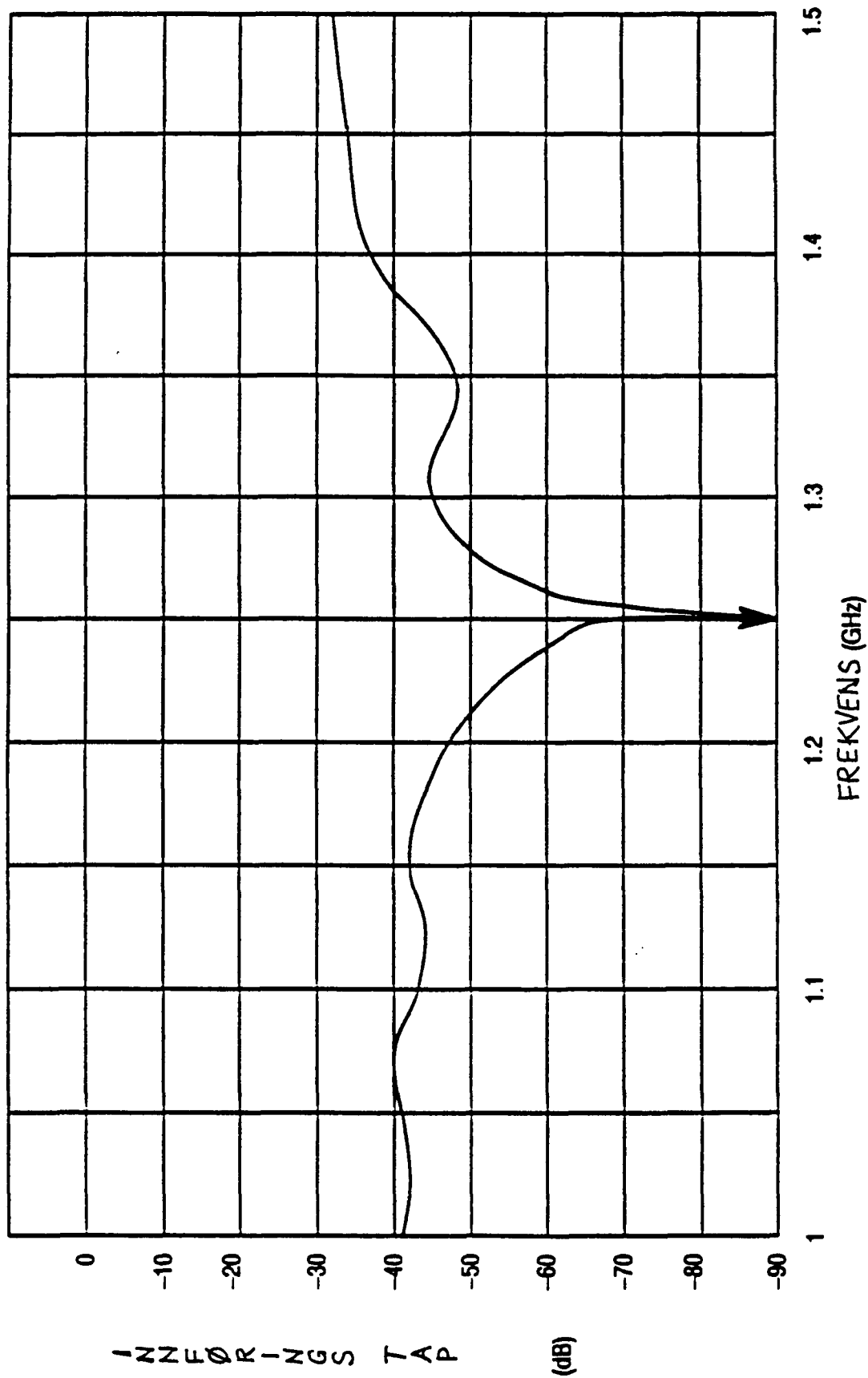
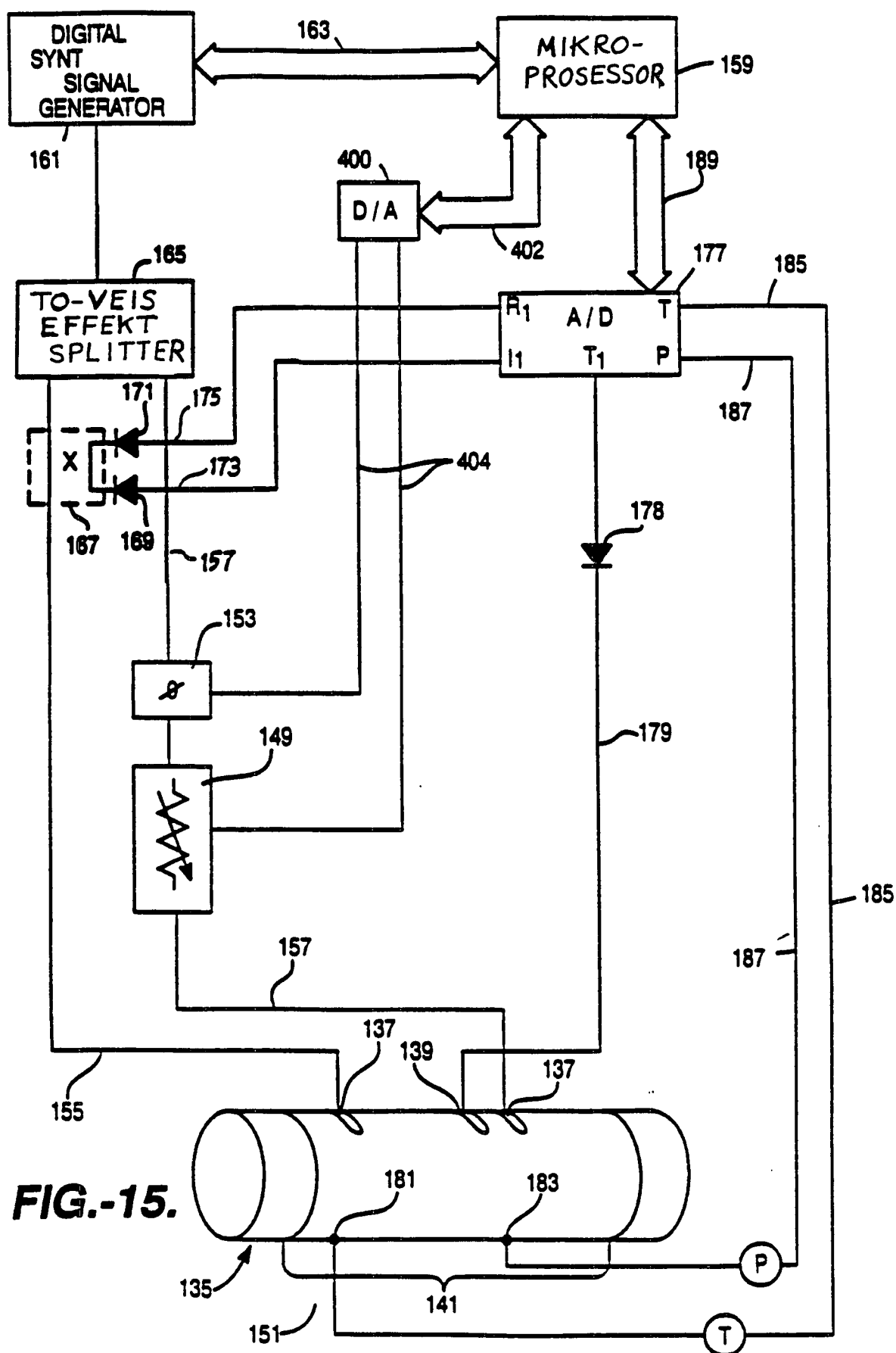


FIG.-14.



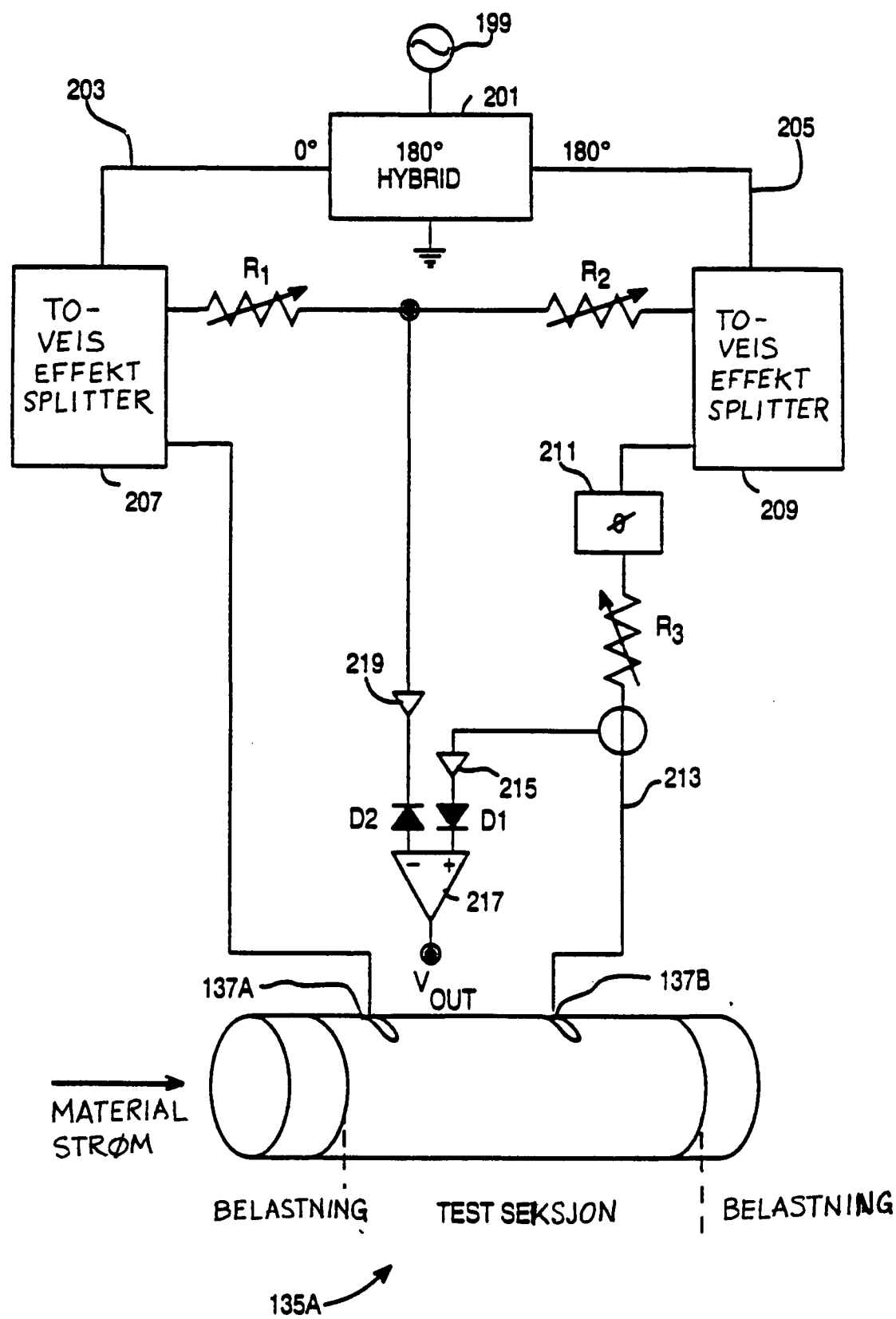


FIG.-16.

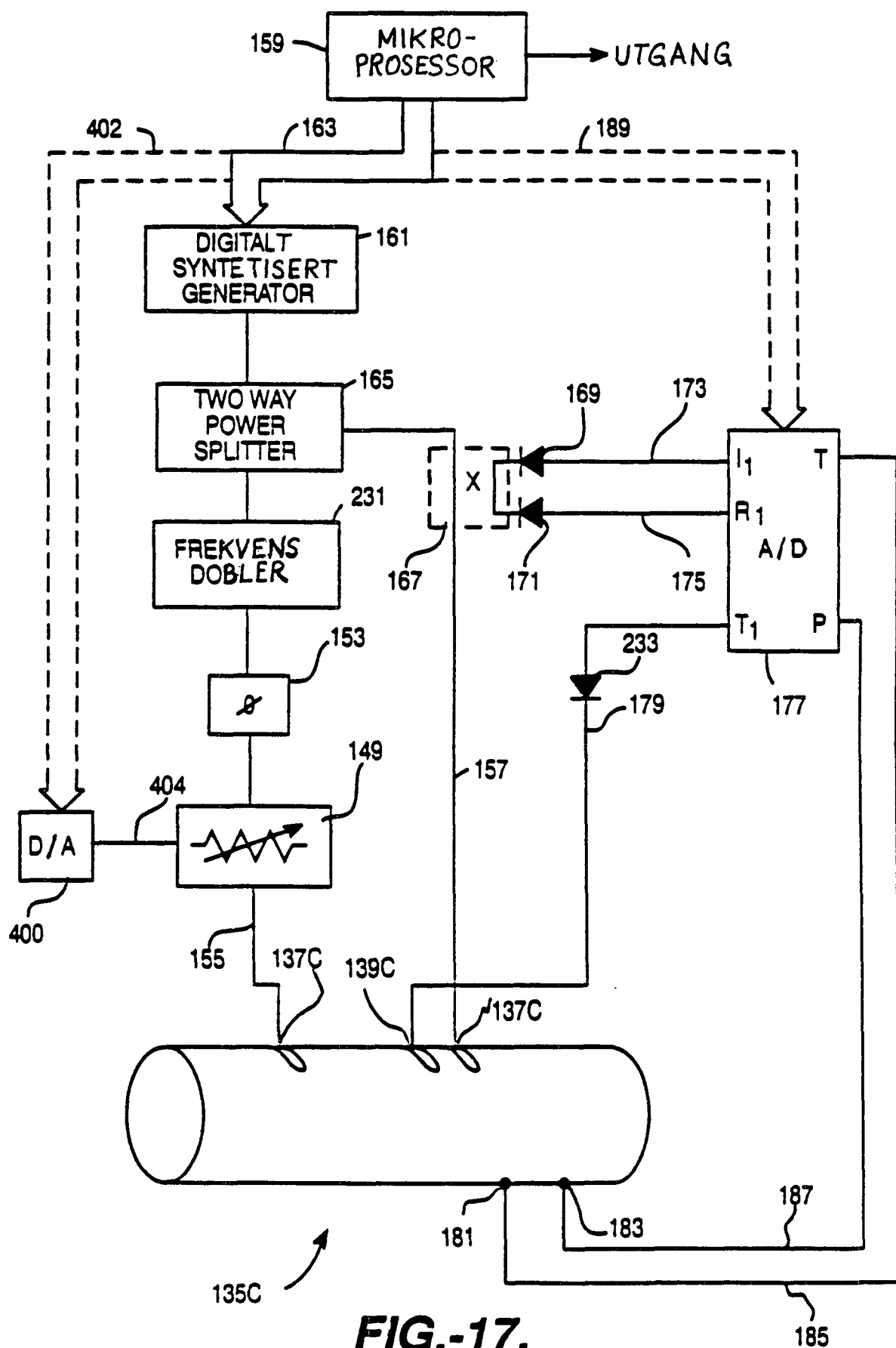
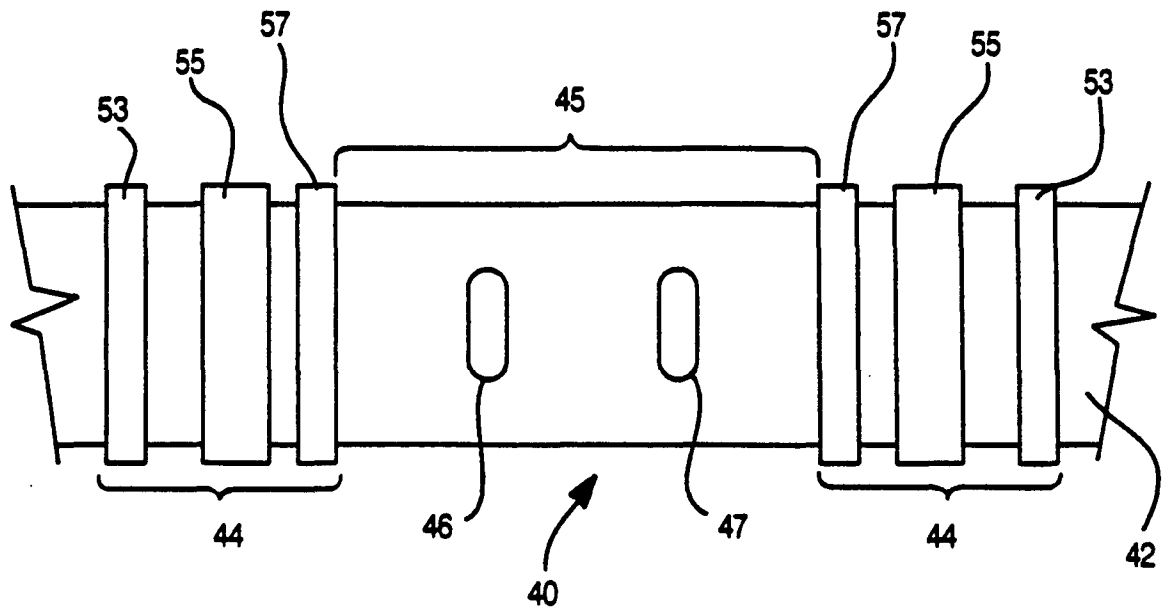
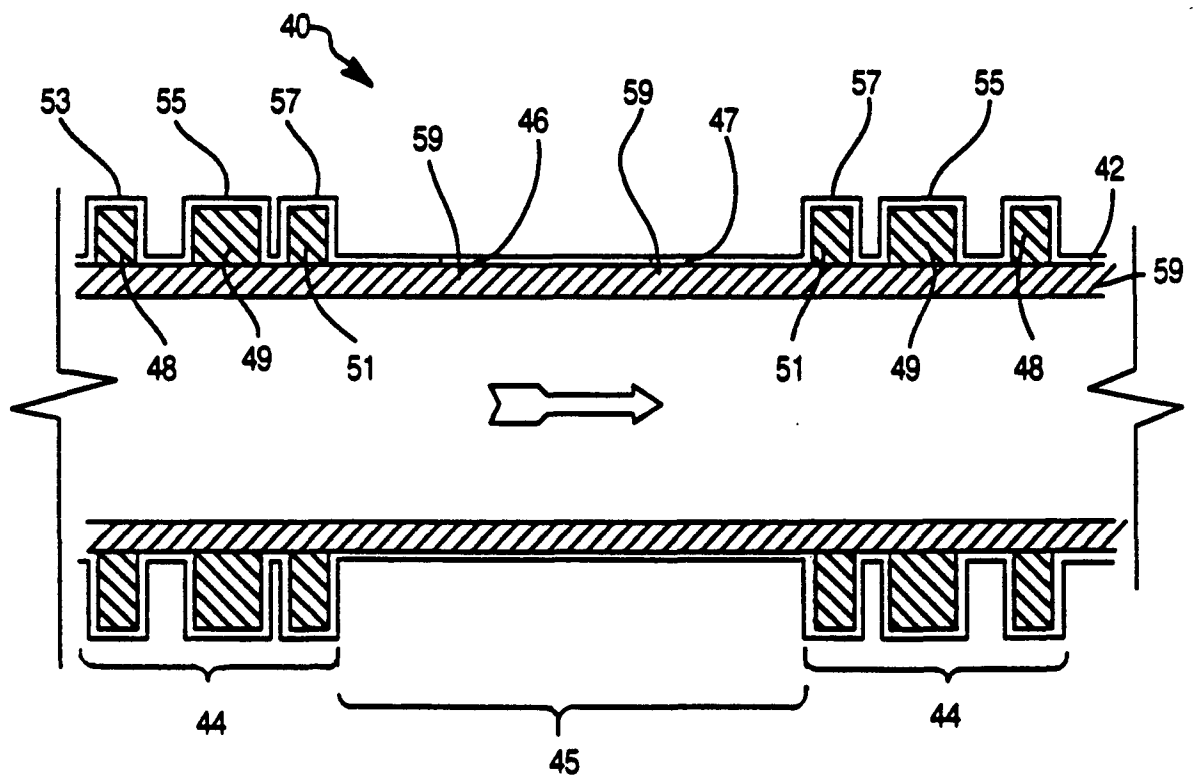


FIG.-17.

**FIG.-18.****FIG.-19.**

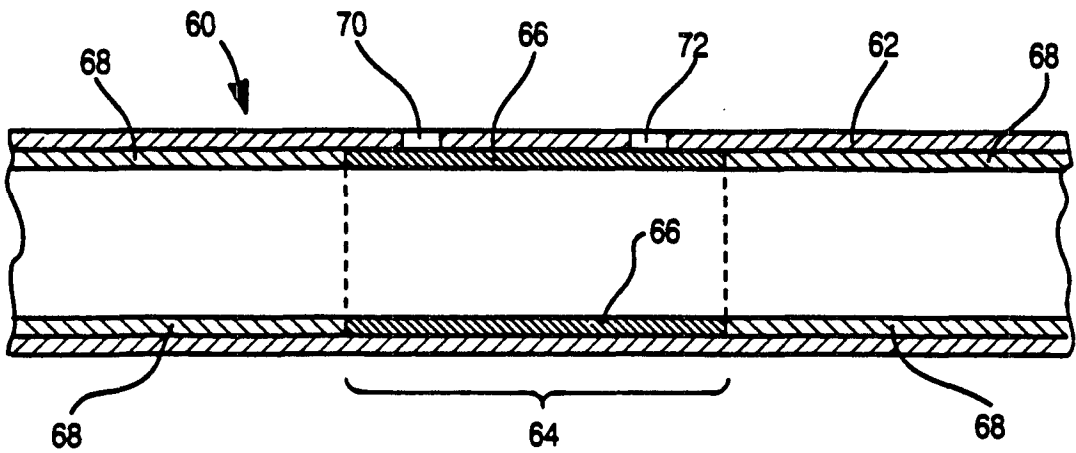


FIG.-20.

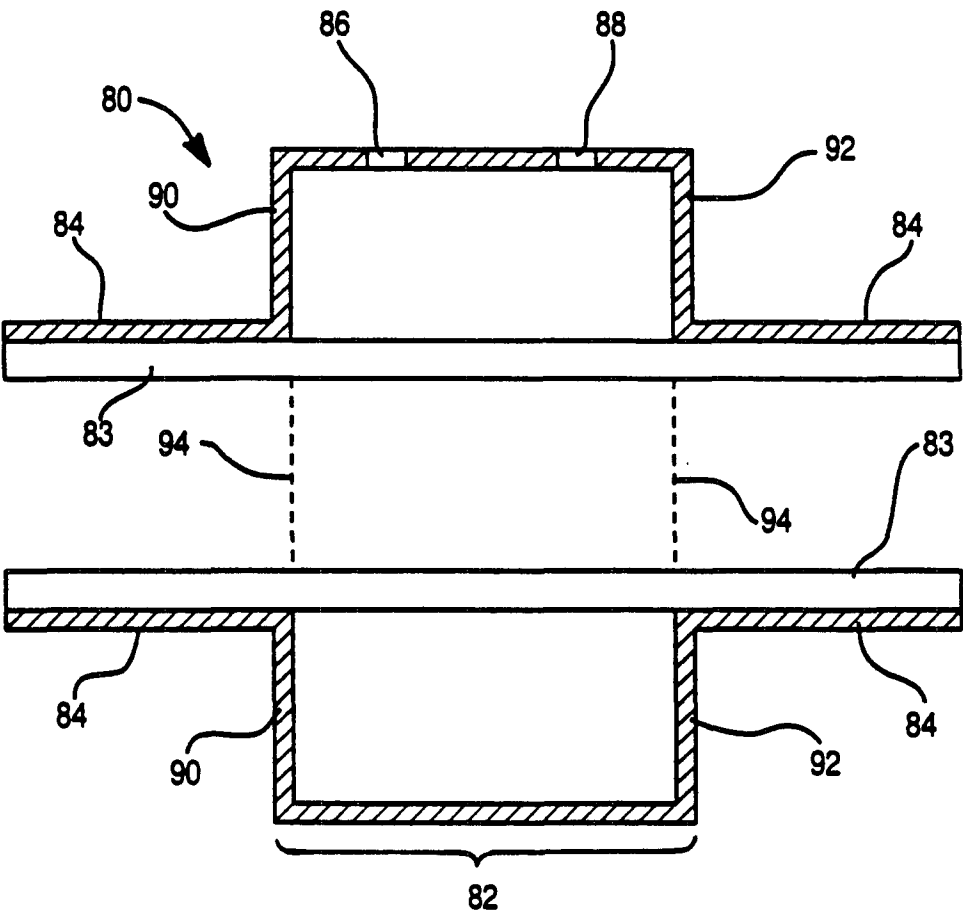


FIG.-21.

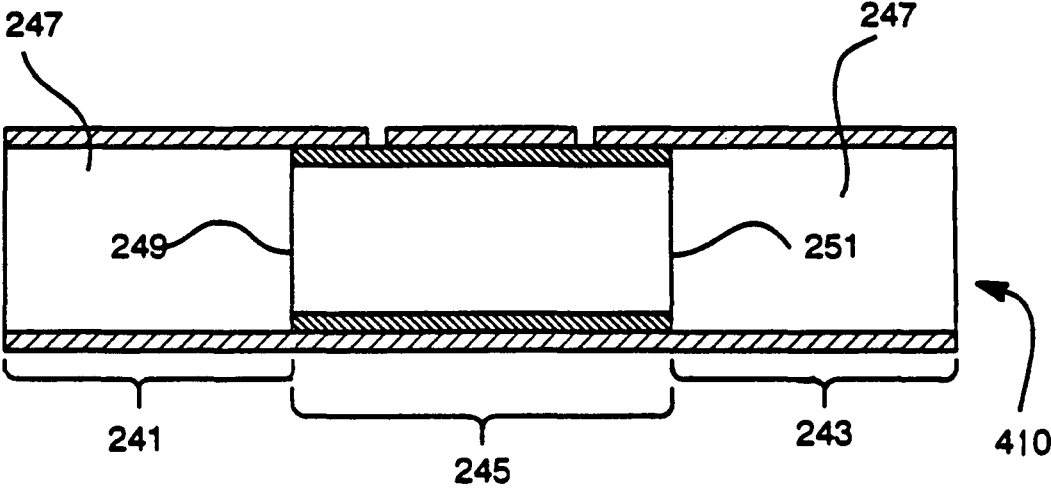


FIG.-22.

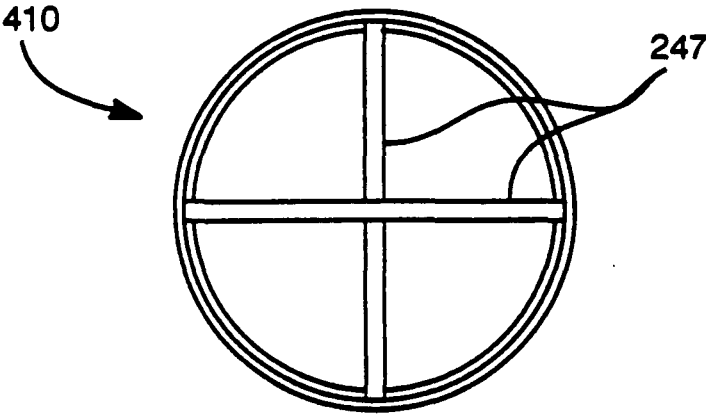


FIG.-23.

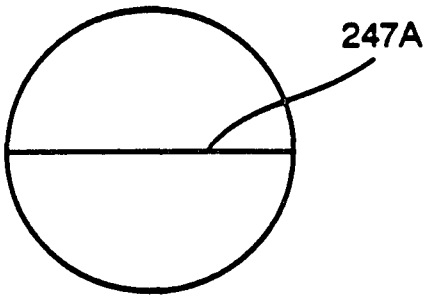


FIG.-24A

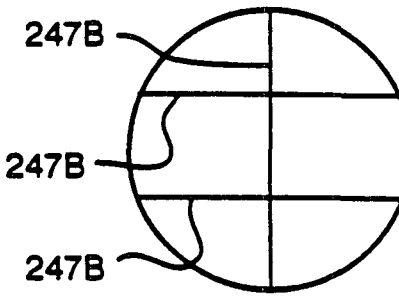


FIG.-24B.

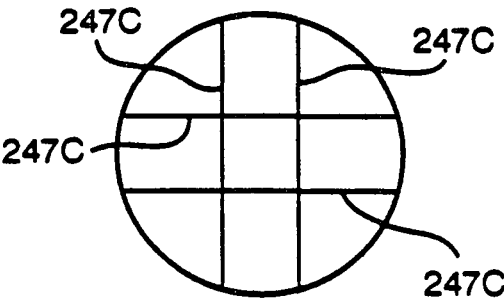


FIG.-24C.

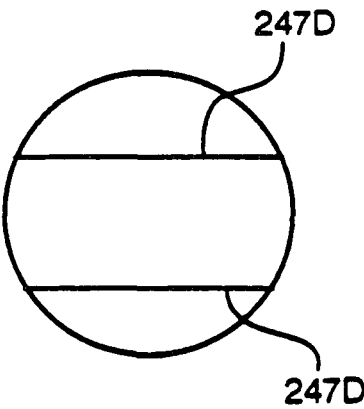


FIG.-24D.

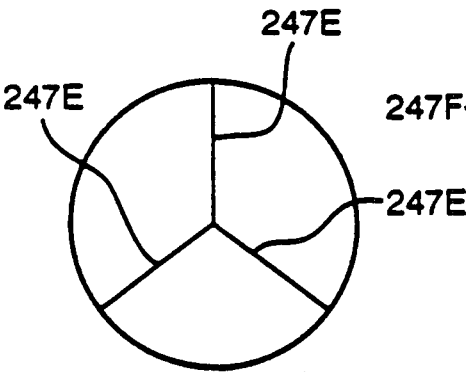


FIG.-24E.

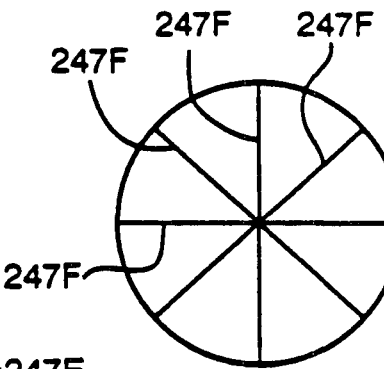


FIG.-24F.

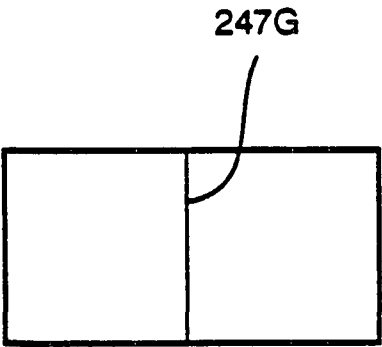


FIG.-24G.

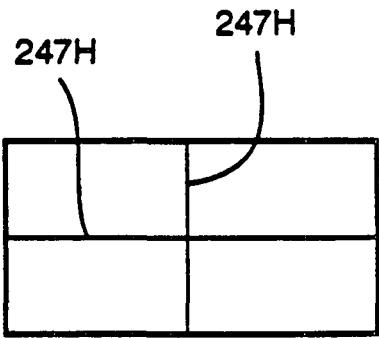
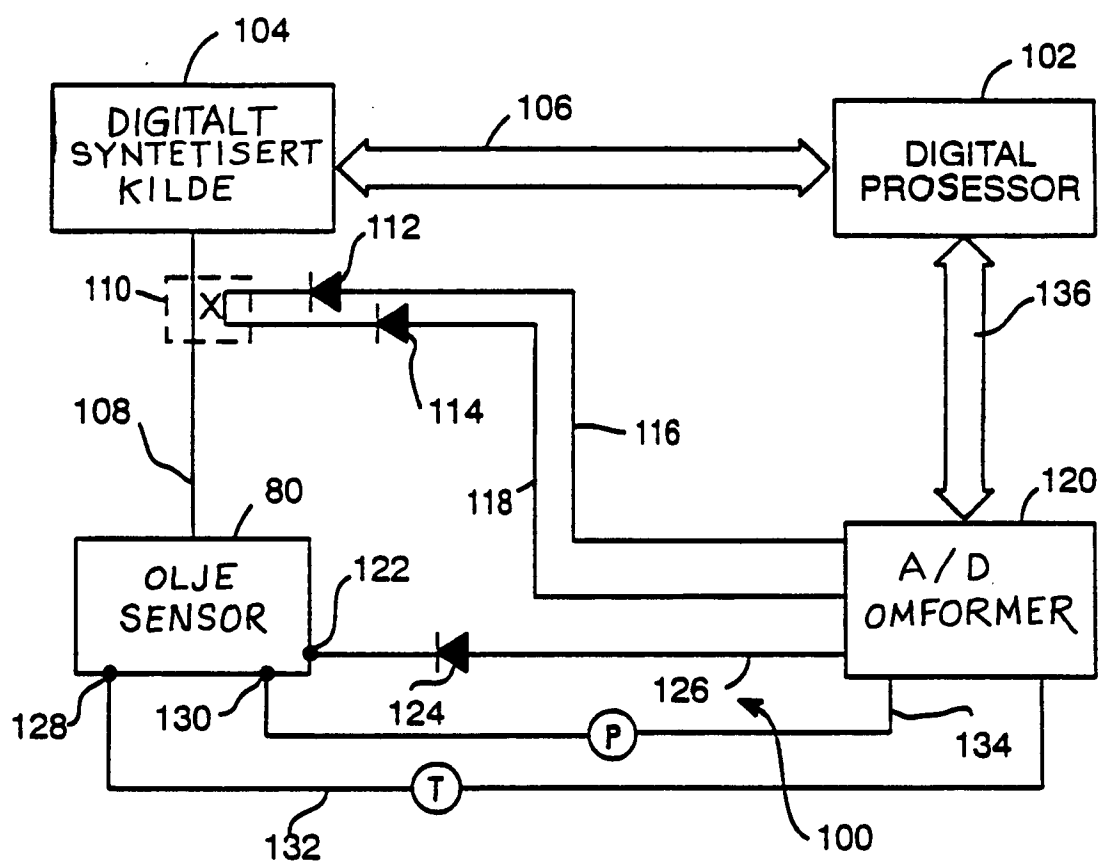


FIG.-24H.

**FIG.-25.**

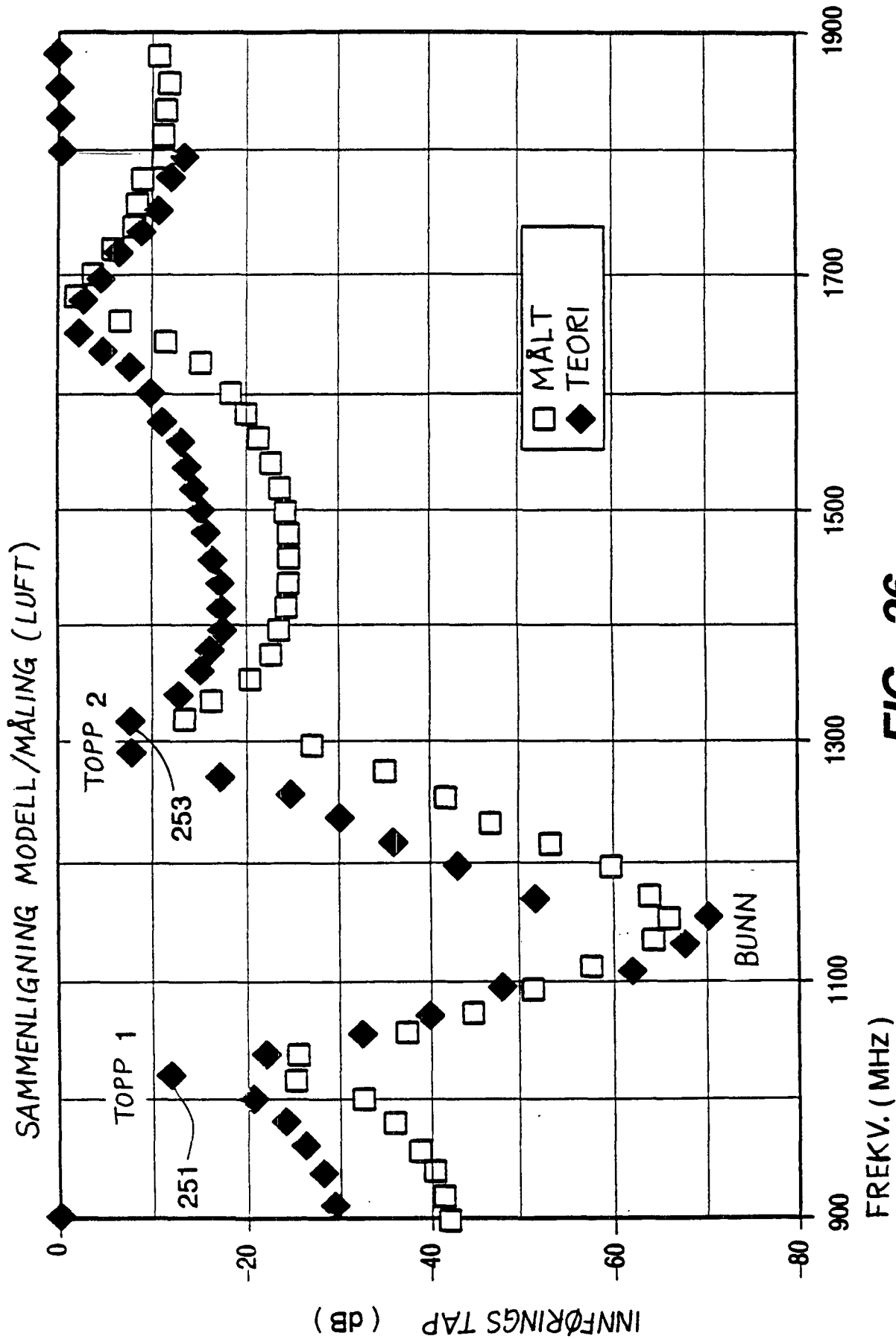


FIG. 26

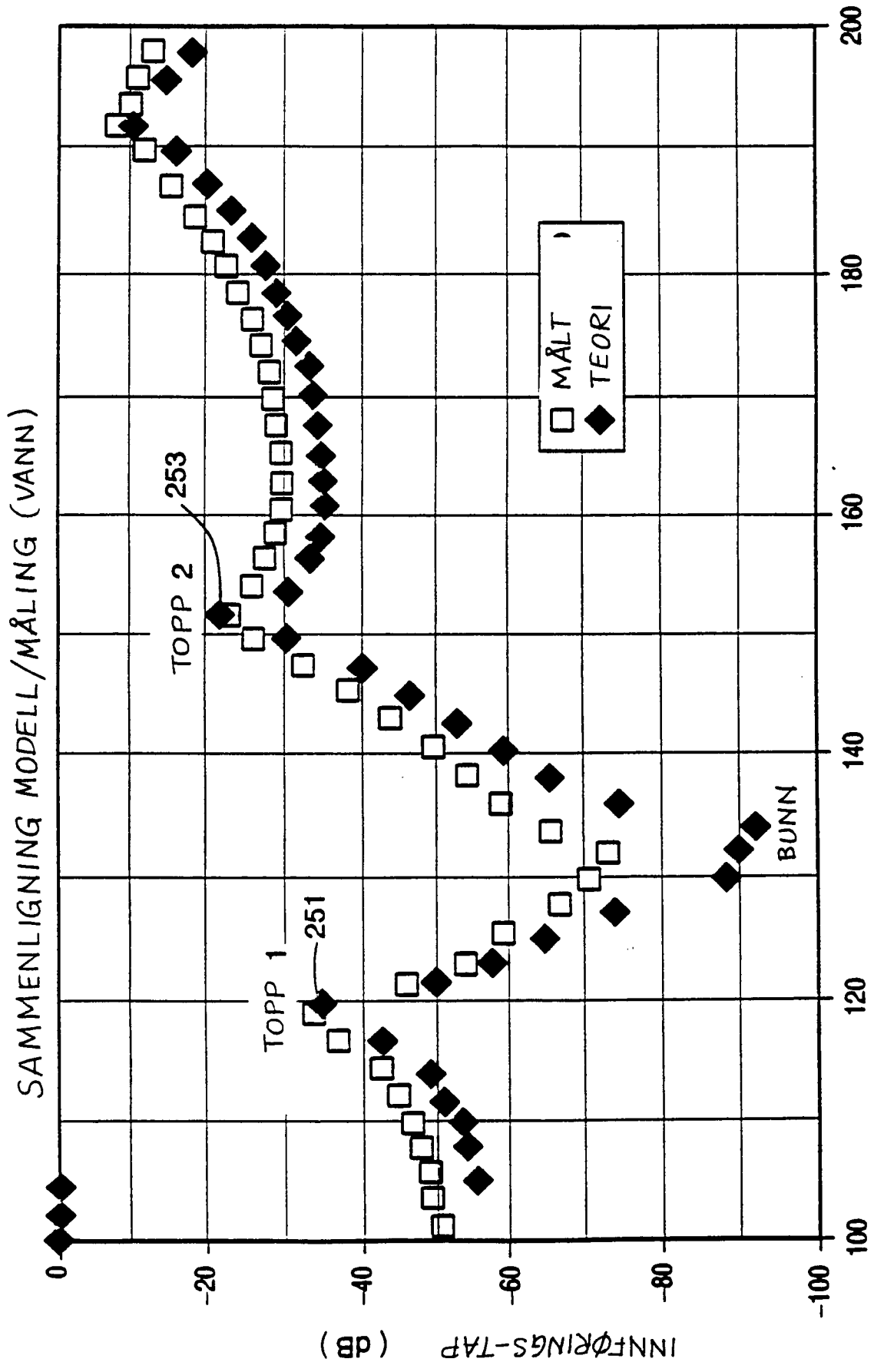


FIG. 27

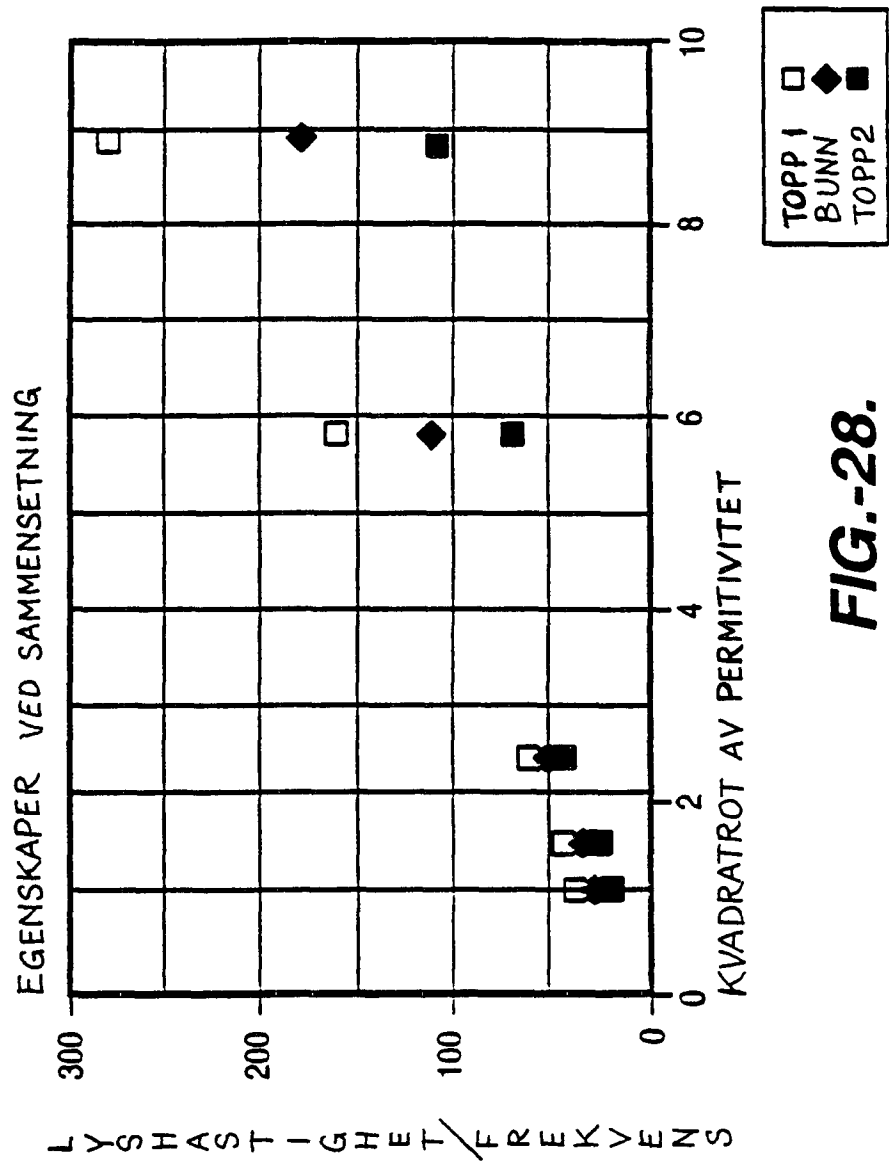


FIG.-28.

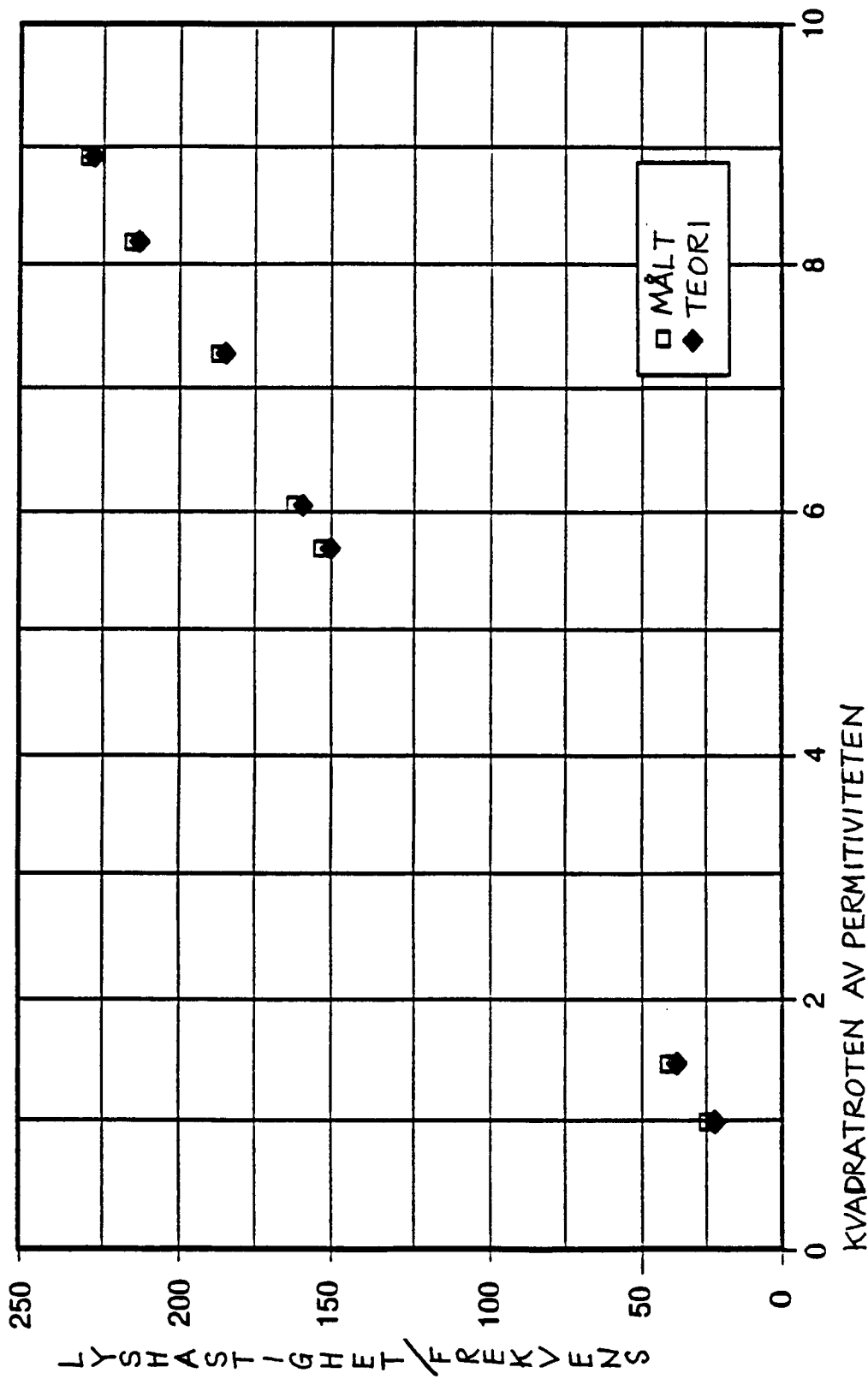


FIG.-29.

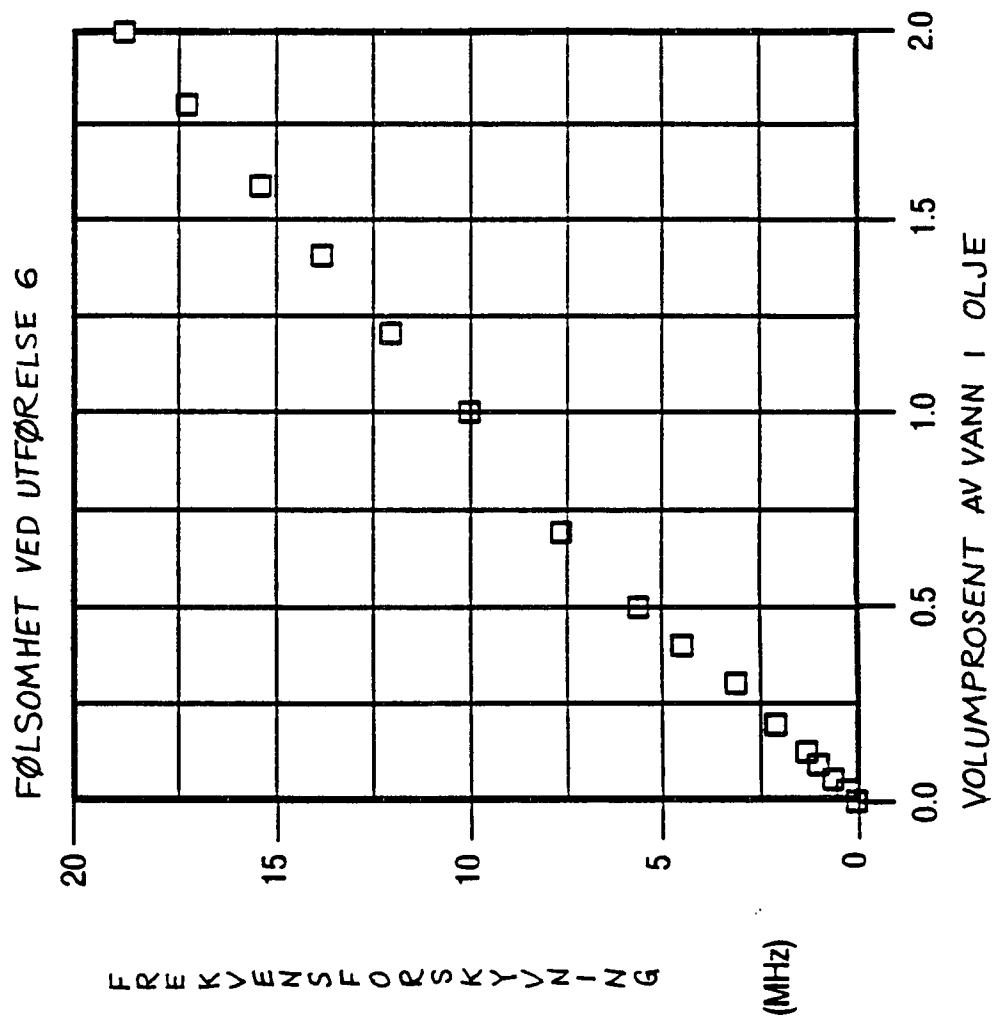


FIG.-30.

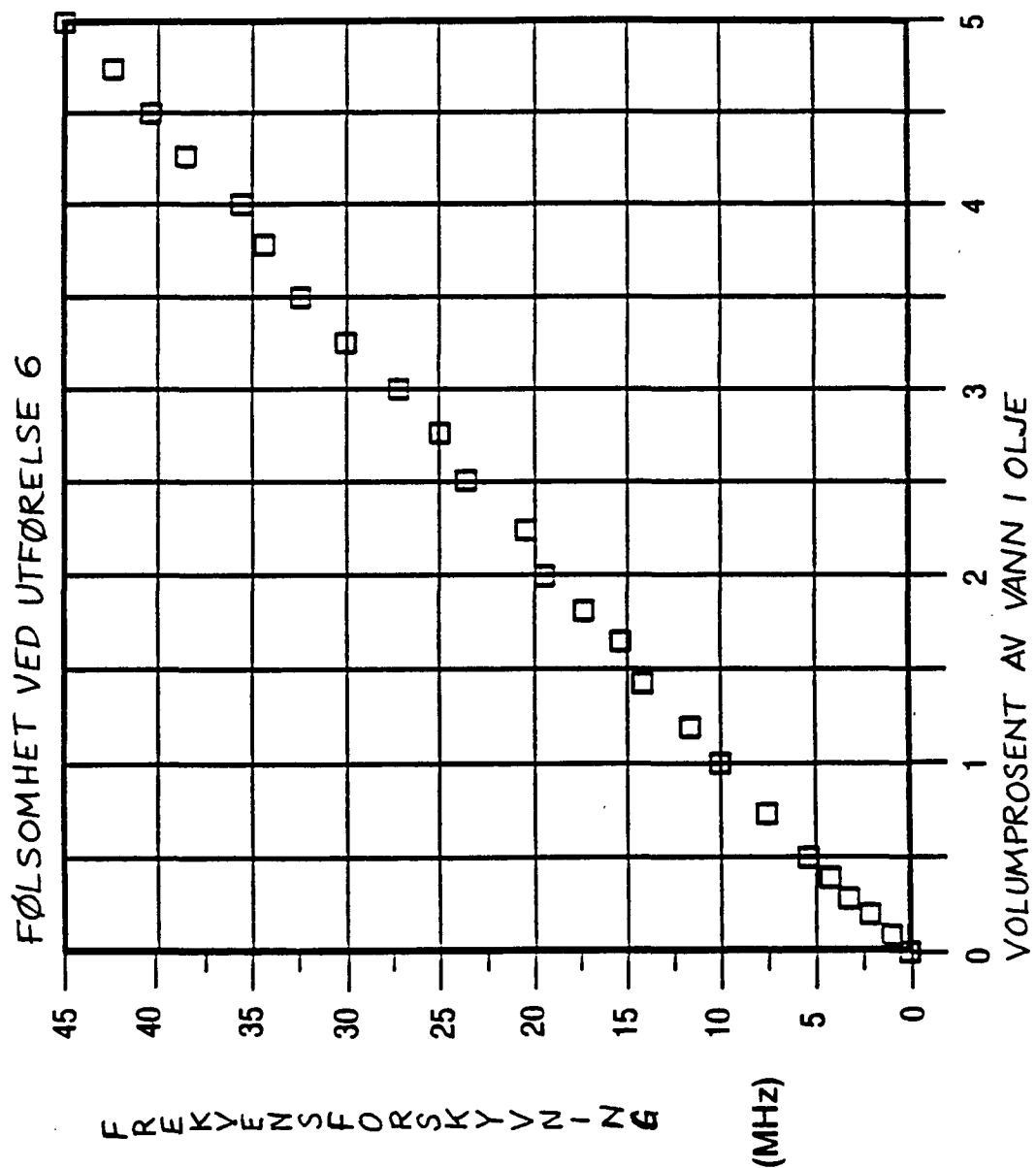


FIG.-31.

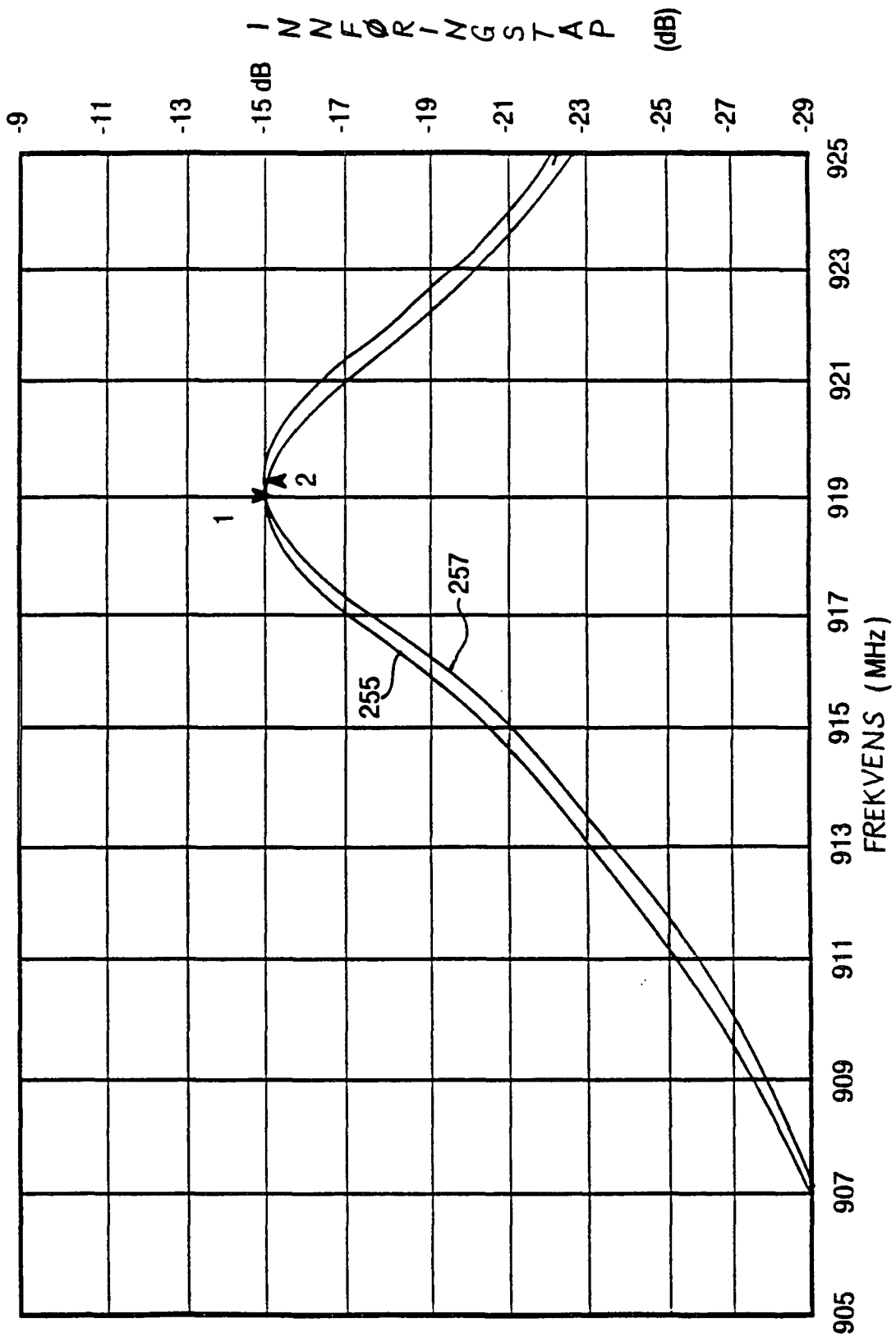


FIG.-32.

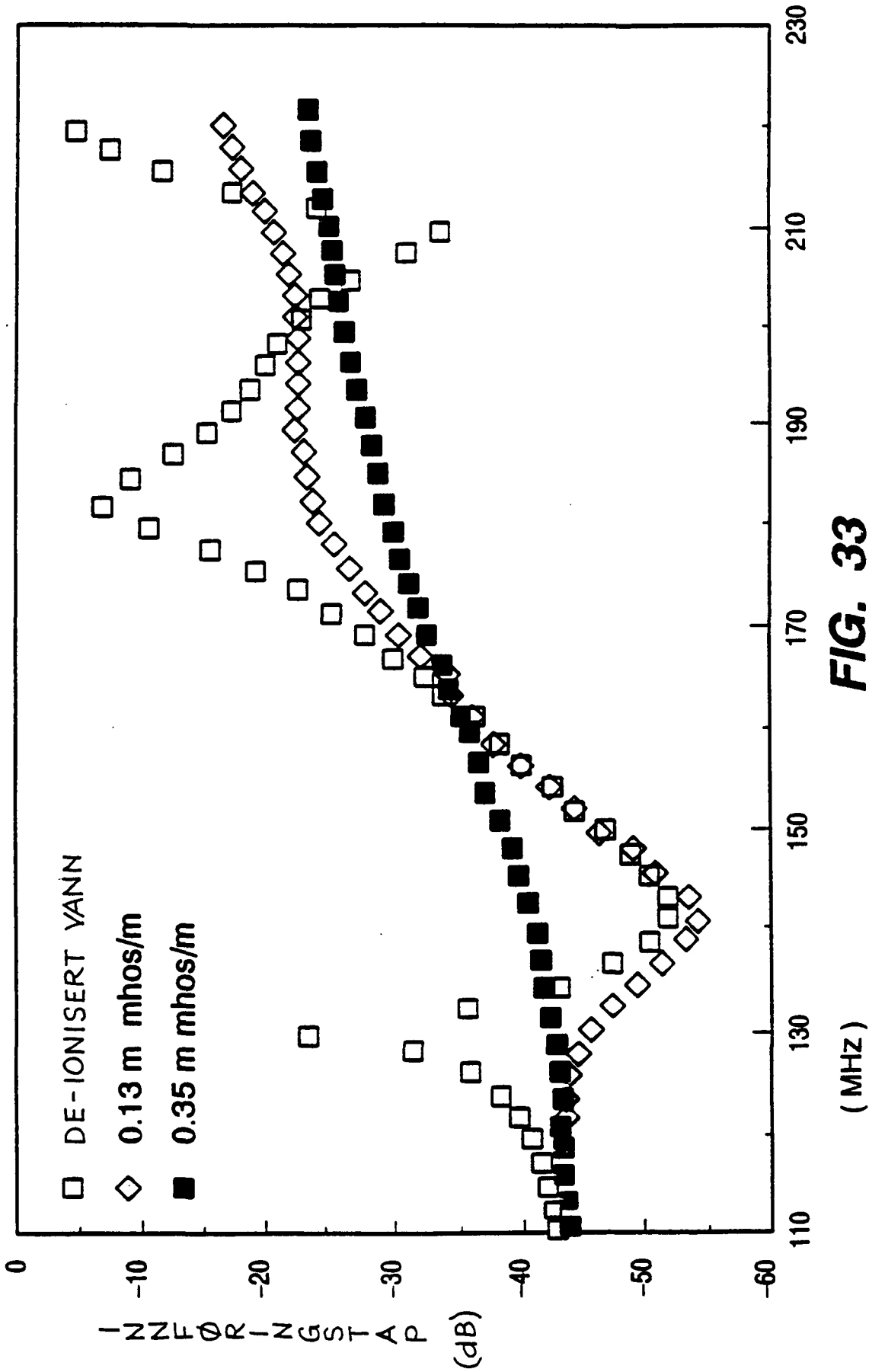


FIG. 33

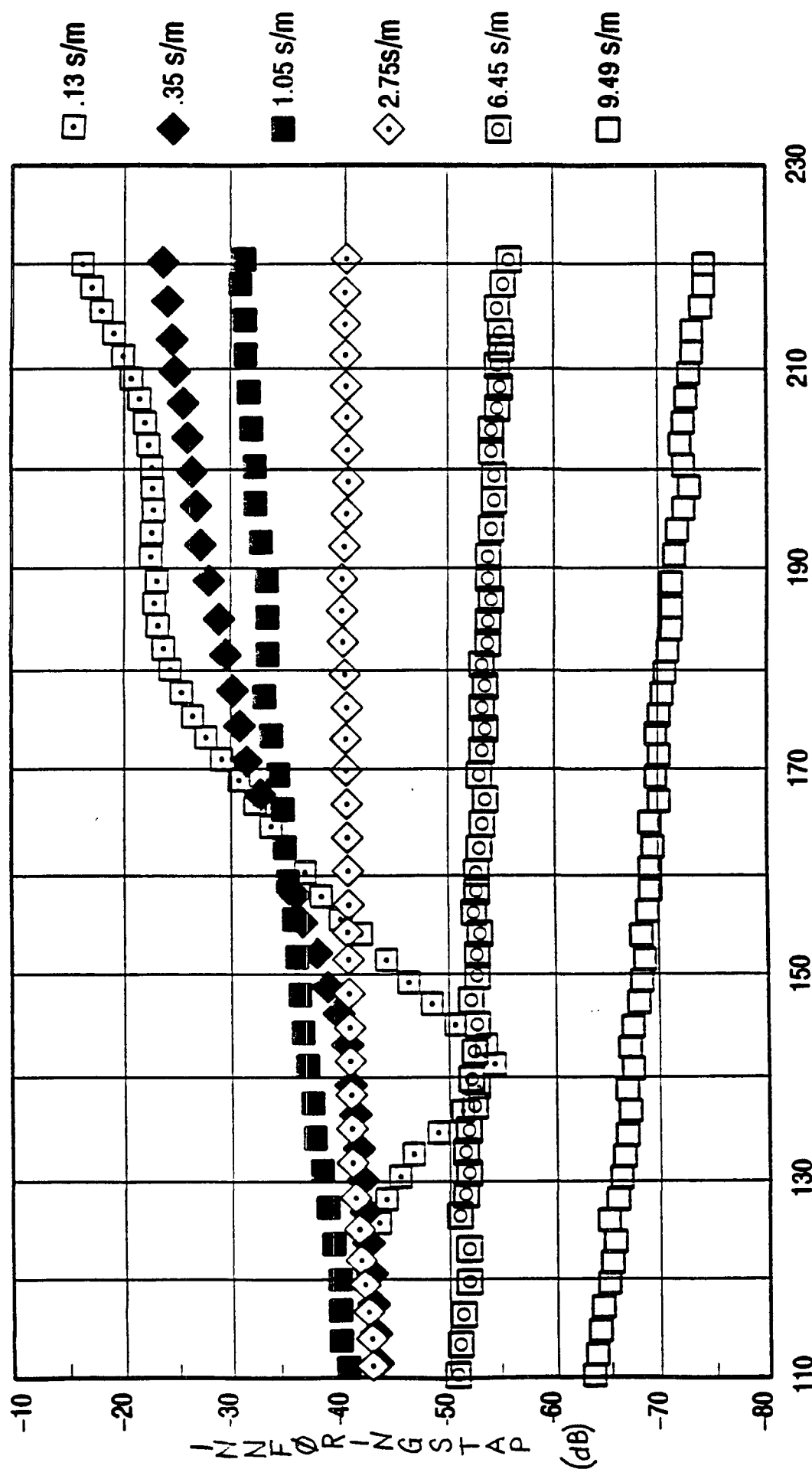


FIG. 34

(MHz) FREKVEN S

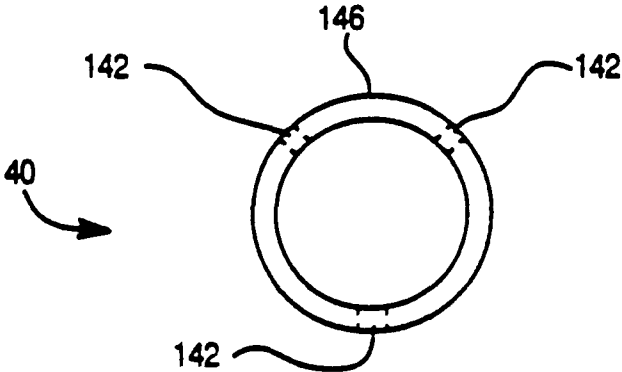


FIG.-35.

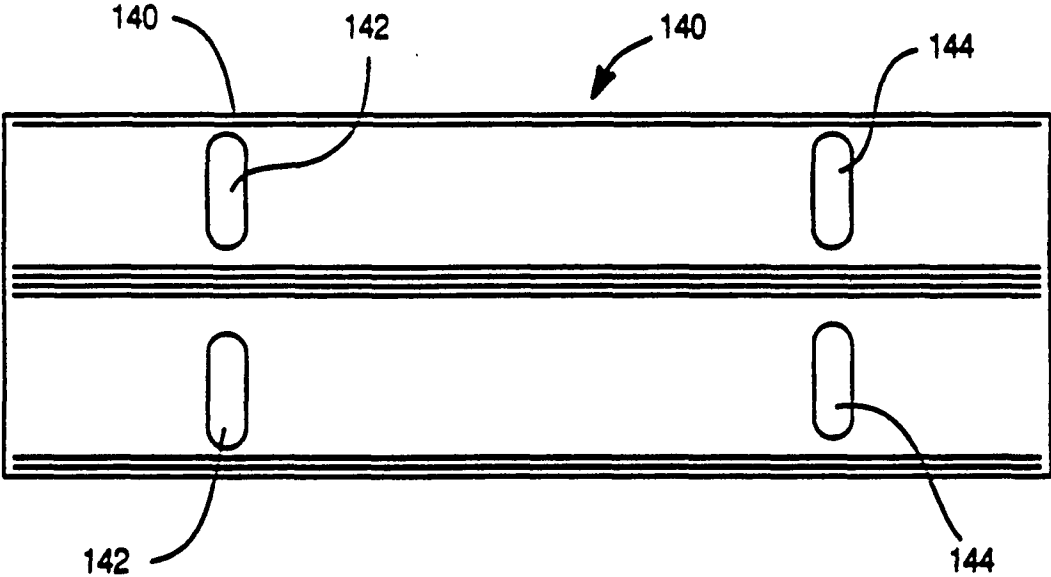


FIG.-36.

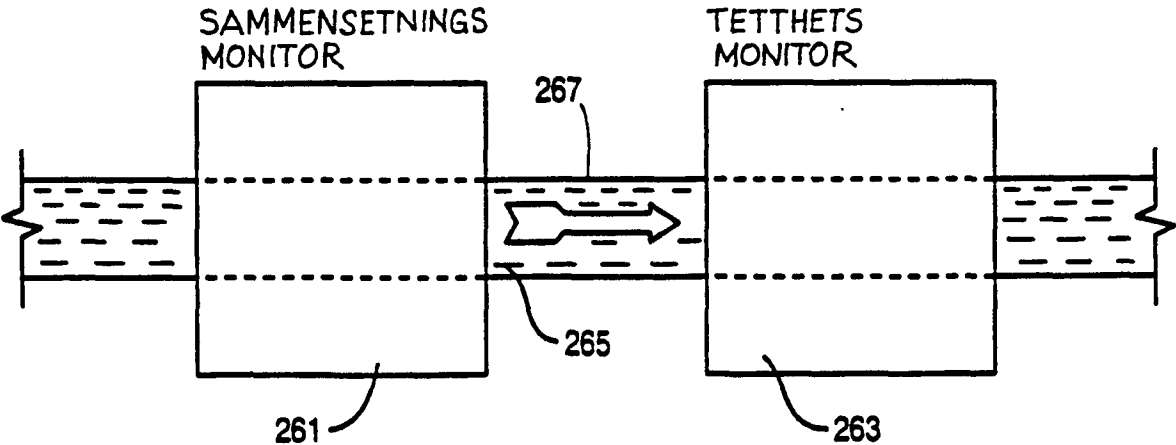
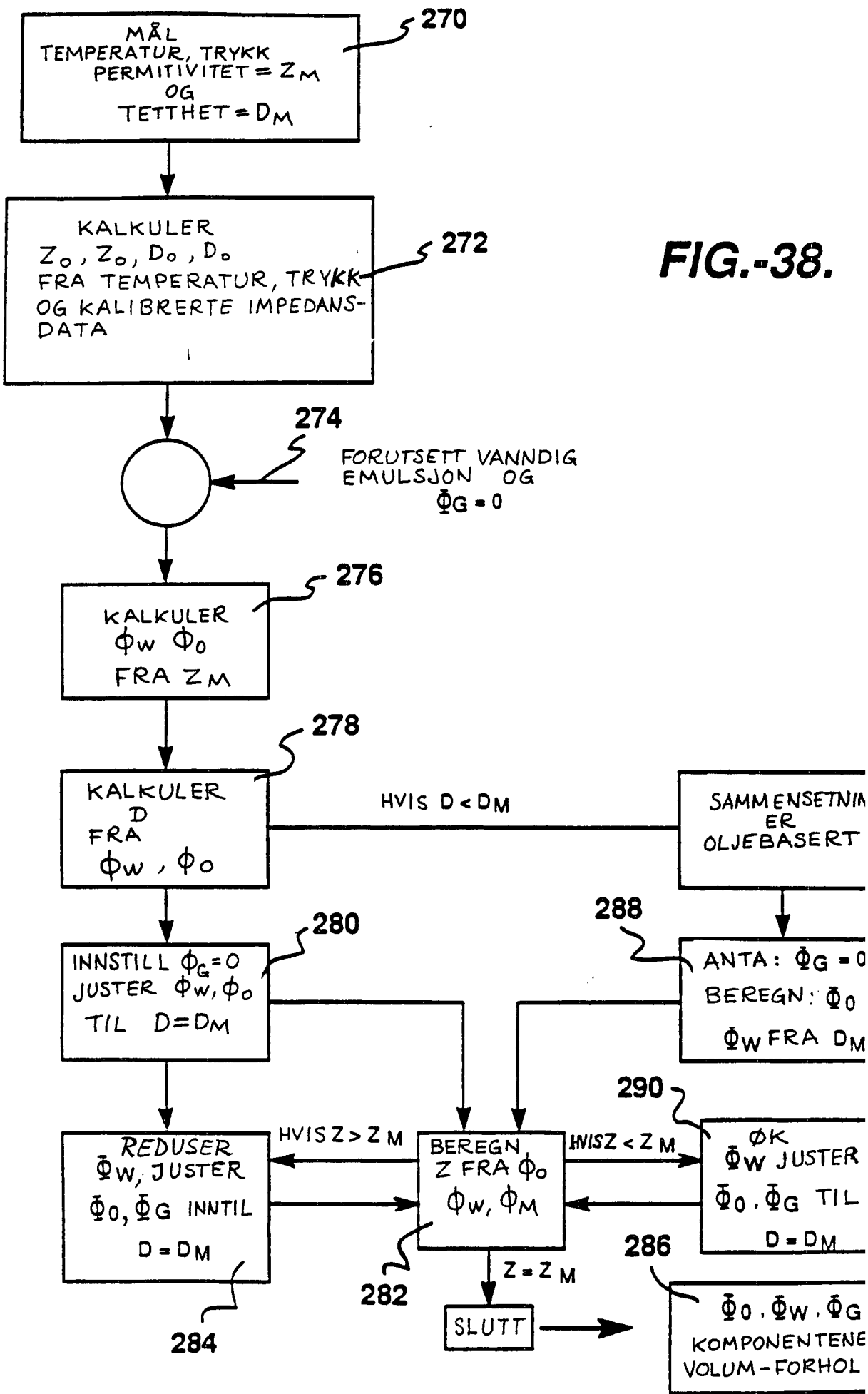


FIG.-37.



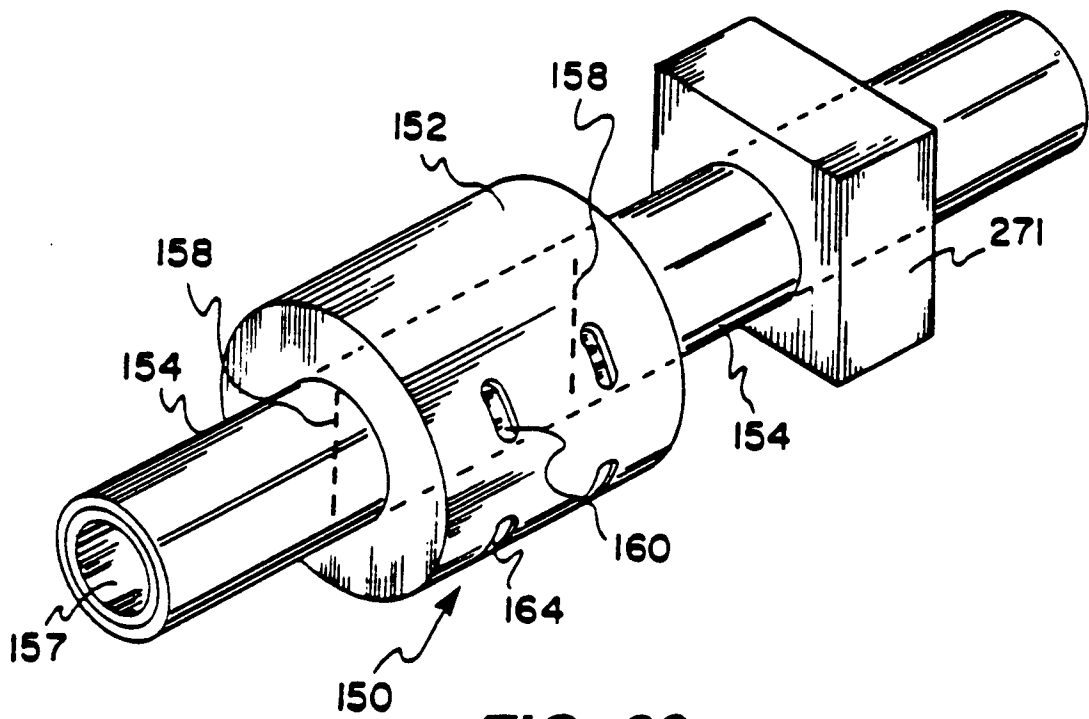


FIG.-39.

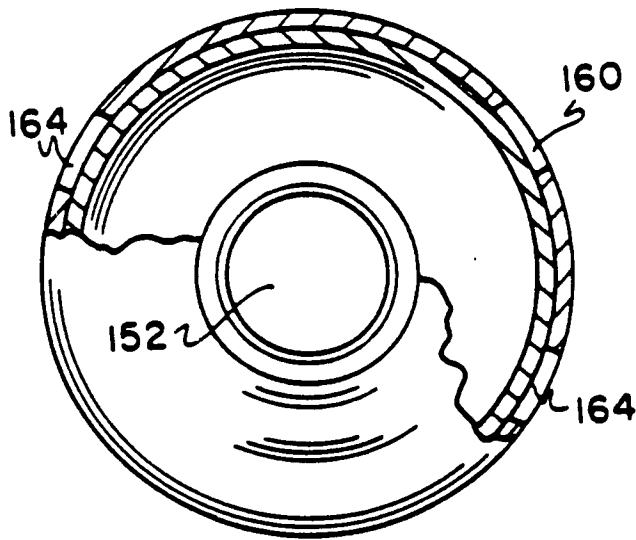


FIG.-40.

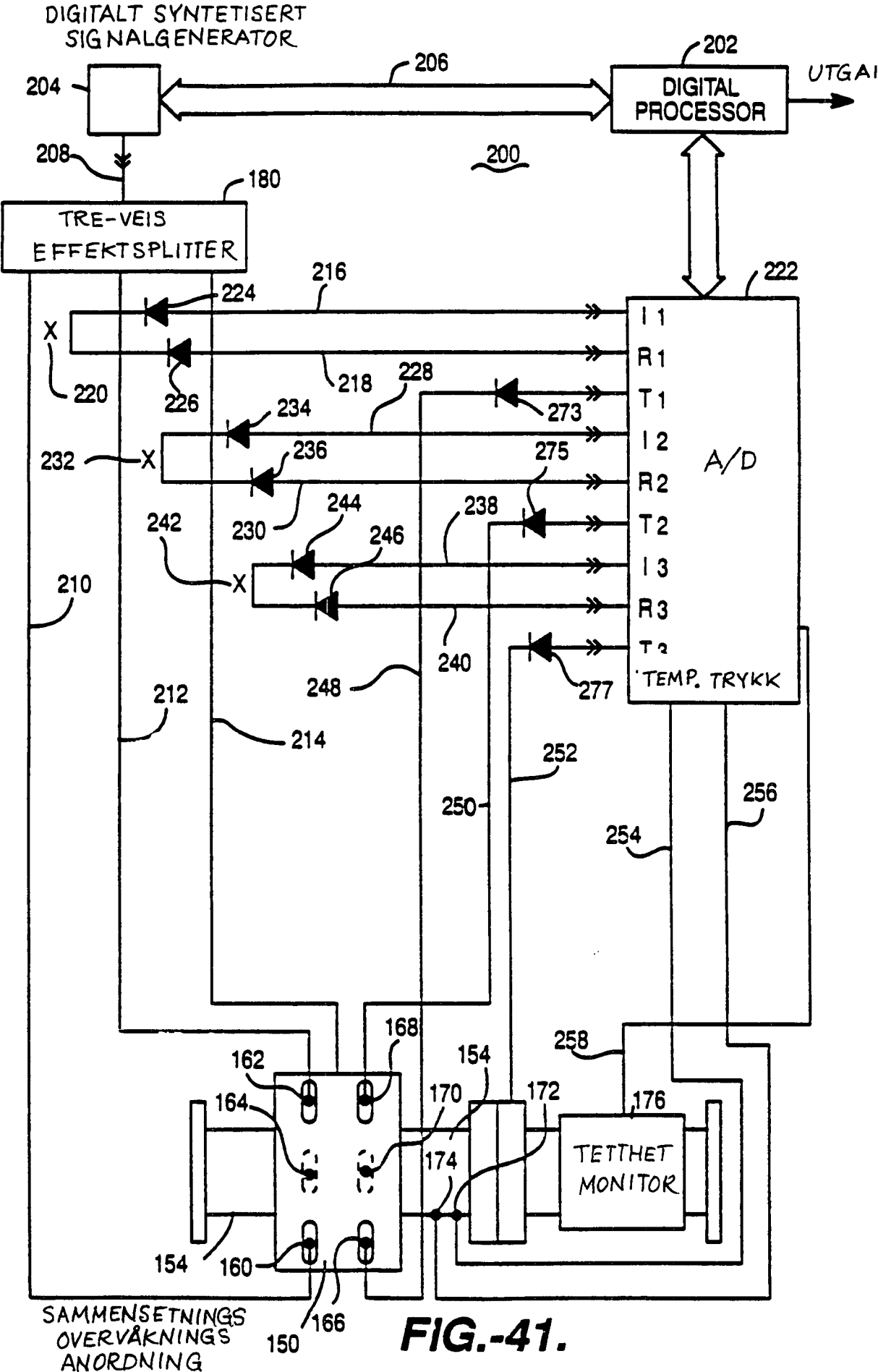
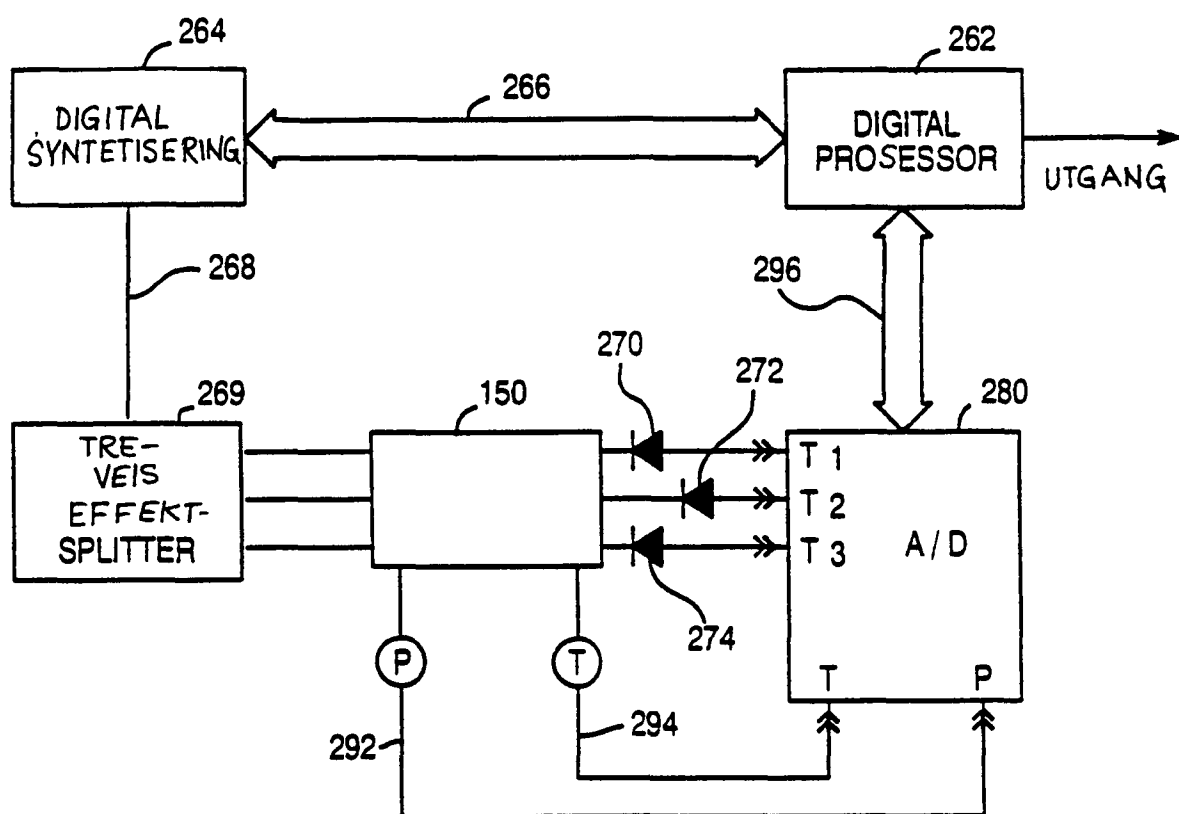


FIG.-41.

**FIG.-42.**

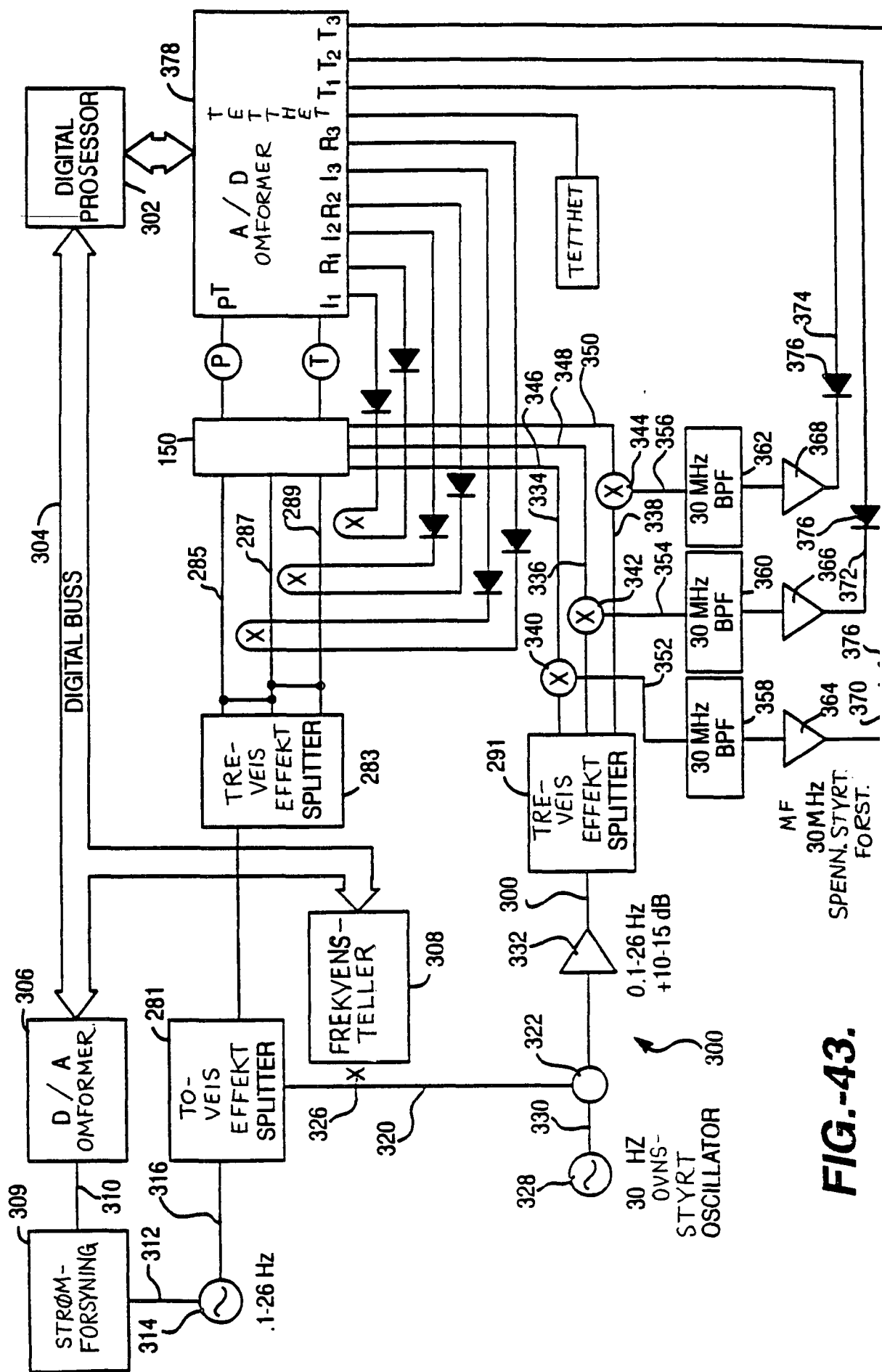
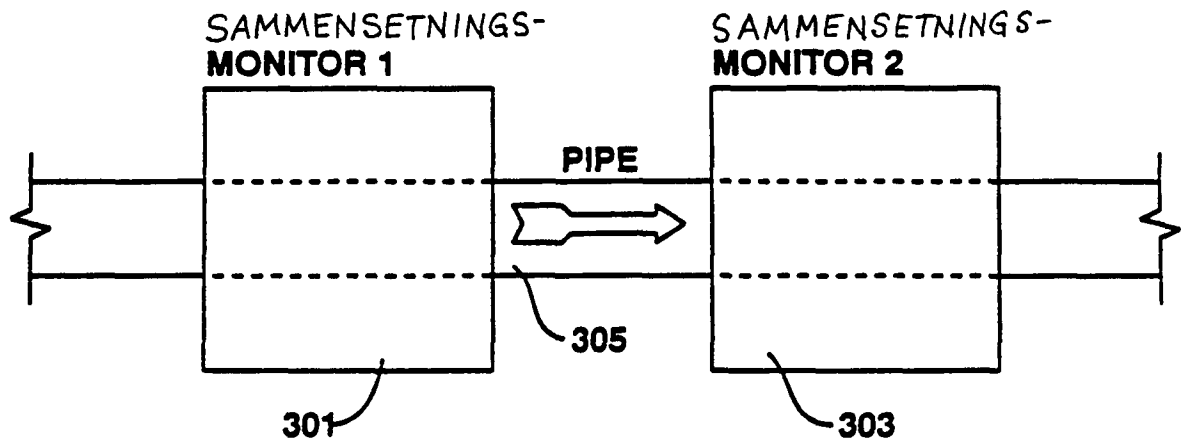
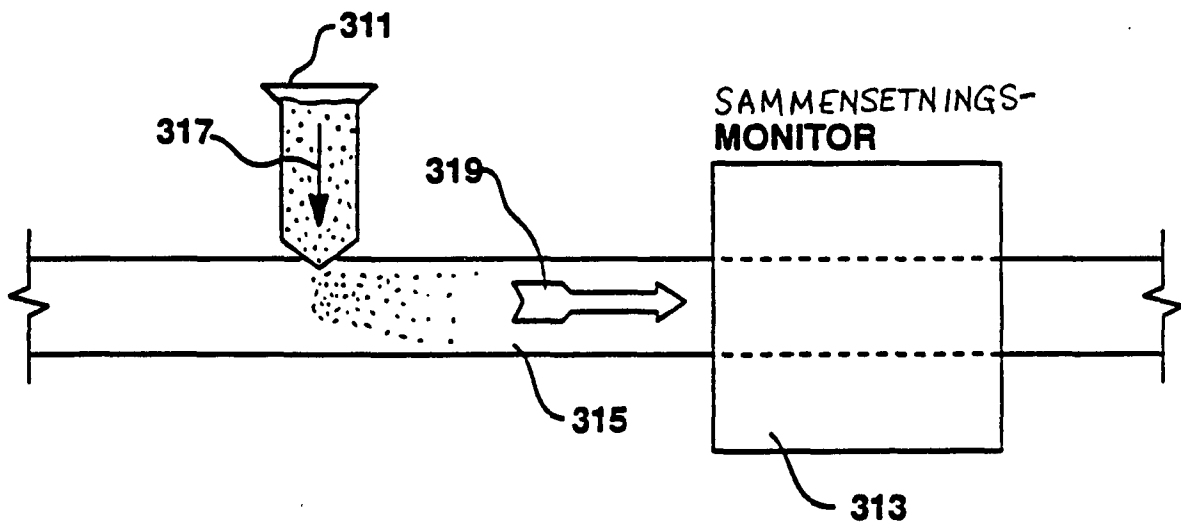


FIG.-43.

**FIG.-44.****FIG.-45.**