



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **335239**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.
G01F 23/26 (2006.01)

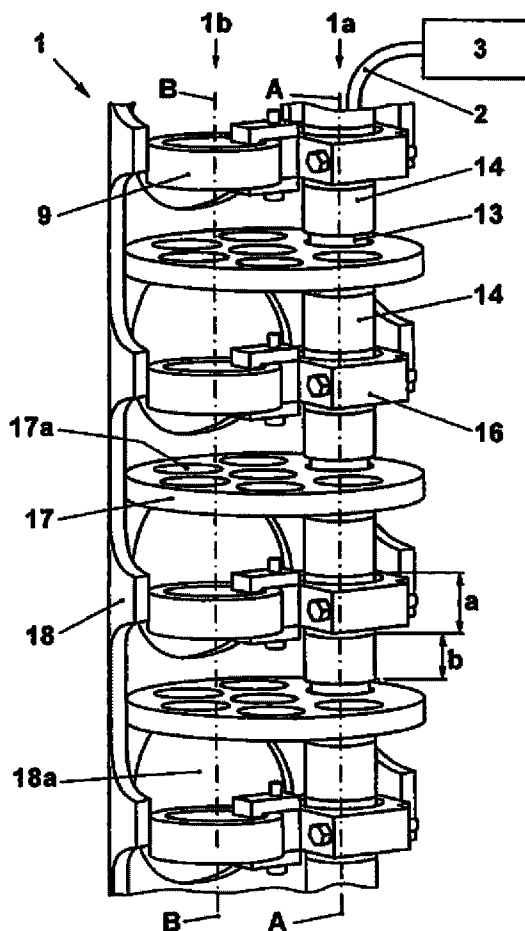
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20014063	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2001.08.21	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2001.08.21	(30)	Prioritet	2000.08.28, EP, 00810766
(41)	Alm.tilgj	2002.02.01			
(45)	Meddelt	2014.10.27			

(73)	Innehaver	Vetco Gray Scandinavia AS, Postboks 423, 1302 SANDVIKA, Norge
(72)	Oppfinner	Daniel Matter, Rebmoosweg 29A, CH-5200 BRUGG, Sveits Klas Göran Eriksson, Bondibråten 107, 1387 ASKER, Norge Thomas Kleiner, Steinäckerstrasse 5C, CH-5442 FISLISBACH, Sveits Peder Hansson, Sigurd Iversensvei 47 C, 0281 OSLO, Norge
(74)	Fullmektig	

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og anordning for kombinert kapasitiv og induktiv nivåmåling
(56)	Anførte publikasjoner	US 5142909 A US 5576619 A
(57)	Sammendrag	

Det er beskrevet en fremgangsmåte og en anordning (1) for nivåmåling, spesielt for oljeseparator-tanker (4). Det foreslås en kombisensor (1) som omfatter en stavformet kapasitetssensor (1a) med flere, langs en første sondeakse (A) anordnede elektroder (14) samt en induksjonssensor (1b) med flere, langs en andre sondeakse (B) anordnede, elektrodeløse induktive sensorer (9, 10). Ved den beskrevne fremgangsmåte bestemmes ut fra kapasitetssignalene (C) og induksjonssignalene et felles målesignal og ut fra dette en eksakt nivåprofil (5-8, 56, 67, 78). Viktige utførelseseksempler vedrører bl.a. en forskjøvet anordning av sensorelementer (9, 10; 14) for å forbedre stedsoppløsningen, samt en nøyaktig karakterisering av vannolje-emulsjonssikt (67) ved simultan overvåkning av kapasitets- og induksjonssignalene.



Frengangsmåte og anordning for kombinert kapasitiv og induktiv nivåmåling

- Oppfinnelsen vedrører området nivåmålinger. Den går ut på en
5 frengangsmåte og en anordning som angitt i ingressen til de selvstendige kravene.

Under offshore-oljeproduksjon anvendes det separasjonstanker i
10 hvilke fasene som opptrer under boringen (sand, vann, olje og gass), separeres ved segregasjon, og føres bort i separate ledningssystemer. For styring av utløpsventilene, overvåkes nivåene, spesielt posisjonene av grenseskiktene mellom gass og olje samt mellom olje og vann.

- 15 I den senere tid er det blitt utviklet høytrykkseparasjons-tanker som er lagt på havbunnen noen 100 m under havoverflaten. Således kan oljen først separeres og derefter pumpes opp til havoverflaten med lav energiforbruk. Slike separasjonstanker er utsatt for meget høye trykk på 60 bar - 180 bar og høye
20 temperaturer på 50°C - 120°C. Et nivåmålesystem må under slike vanskelige betingelser fungere vedlikeholdsfritt og pålitelig i mange år for å sikre separatortankens driftssikkerhet.

I WO 98/33044 er det beskrevet en kapasitiv nivåsensor ved
25 hvilken den omgivelsesavhengige kapasitet mellom ved siden av hverandre liggende elektroder av en stavformet sonde måles. Store målesignaler i et vann-olje-grenseskikt oppnås ved at elektrodehøyden og elektrodeavstandene med hensyn til nivå-avhengige endringer i dielektrisitetetskonstantene og den
30 elektriske ledeevne, optimeres. Det er også angitt hvordan tykkelsen av en smussfilm med ledeevne kan bestemmes ut fra et kapasitivt målesignal, og hvordan mengden av en inhibitor-tilsetning til den kjemiske oppløsning av smussfilmen kan reguleres. En ulempe består i den begrensede nøyaktighet ved
35 stedsbestemmelsen av grenseskiktet vann-olje, og spesielt et vann-oljeemulsjonsskikt, fordi det registreres kapasitetsendringer i et relativt vidtstrakt område rundt elektrodene. Dessuten kan nivåhøyden i områder mellom elektrodene ikke, eller kun meget upresist, bestemmes.

Firmaet Endress+Hauser angir en induktiv ledeevnemålecelle CLS 51 for målinger i laboratorie- og produksjonsanlegg. Måleprinsippet beror på at en ferrittkjerne med en primær-spole i fyllvæsken genererer en ionevekselstrøm som induserer et magnetisk vekselfelt i en andre naboliggende ferrittkjerne med en sekundærspole. Det induserte signal er en måleenhet for ioneledeevnen og således for fyllvæskens beskaffenhet. Det elektrodøse induktive måleprinsipp er ufølsomt mot avleiringer på ferrittkjerne og spoler. Ulempen med dette er imidlertid at stedsoppløsningen for vann-olje- grenseskiktet begrenses av avstanden til de to ferrittkjerne, og at gass-olje-grenseskiktet ikke kan detekteres. Med en av de hittil kjente sensorer er det således måleteknisk vanskelig eller umulig å overvåke simultant nivåene av alle faser og mellomliggende blandingsfaser i en separatortank.

Oppfinnelsens oppgave består i å tilveiebringe en fremgangsmåte og en anordning for nivåmåling som utmerker seg ved en forbedret nøyaktighet ved grenseskiktdetektering ved forskjellige fyllmasser. Denne oppgave løses ifølge oppfinnelsen ved hjelp av de trekk som er angitt i de selvstendige krav.

Oppfinnelsen består i en fremgangsmåte for nivåmåling ved hvilken en kapasitetssensor omfatter en stavformet sonde med flere, langs en første sondeakse anordnede elektroder, og hvor det måles elektriske kapasitetssignaler mellom elektrodene, idet det dessuten måles elektriske induksjonssignaler med flere, langs en andre sondeakse anordnede, elektrodøse induktive sensorer, og ut fra kapasitetssignalene og induksjonssignalene dannes det et felles målesignal for bestemmelse av en nivåprofil i beholderen. Ved hjelp av kombinasjonen av stedsavhengige kapasitetsmålinger med stedsavhengige induksjonsmålinger genereres et målesignal som er følsom overfor de forskjelligste grenseskikt, og det dannes en nivåprofil med forbedret stedsoppløsning.

Utførelseseksempler vedrører: bestemmelsen av en posisjon av et grenseskikt mellom medier med forskjellige elektriske ledeevner ut fra induksjonssignalene; bestemmelsen av en posisjon og/eller tykkelsen av et grenseskikt mellom to medier med

- forskjellige dielektrisitetskonstanter og/eller forskjellige elektriske ledeevner ut fra kapasitetssignaler; ved et vann-olje-emulsjonsgrenseskikt, bestemmelsen av en posisjon eller et perkolasjonspunkt ut fra induksjonssignaler og/eller
- 5 bestemmelsen av en tilstedeværelse og/eller tykkelse ut fra kapasitetssignaler; ved et vann-olje-emulsjonsgrenseskikt, bestemmelsen av posisjonen og/eller tykkelsen av en vannholdig fase ut fra induksjonssignaler og/eller en oljeholdig fase ut fra kapasitetssignaler; reguleringen av doseringen av en
- 10 emulsjonsinhibitor på grunn av målesignalet; bestemmelsen av en tilstedeværelse og spesielt tykkelsen av et skum-grenseskikt mellom en gassformet og væskeformet fase ut fra kapasitetssignaler. Med oppfinnelsen kan det for første gang detekteres og karakteriseres med stor nøyaktighet og høy
- 15 stedsoppløsning spesielt emuljsons- og skum-grenseskikter ved hjelp av rene elektriske målemetoder.

- I et andre aspekt er gjenstand for oppfinnelsen en anordning for nivåmåling, ved hvilken en kapasitetssensor omfatter en
- 20 stavformet sonde med flere, langs en første sondeakse anordnede elektroder, idet kapasitetssensoren og en induksjonssensor med flere, langs en andre sondeakse anordnede, elektrodøse induktive sensorer er integrert i en kombisensor. Kombisensoren utmerker seg ved en enkel konstruksjon, og den forener
- 25 fordelene med det stedsoppløste kapasitive og induktive måleprinsipp.

- Utførelseseksempler vedrører: en måleelektronikk for evaluering av kapasitets- og induksjonssignalene, for generering av et
- 30 felles målesignal og for bestemmelse av en nivåprofil; en parallell anordning av de stavformede kapasitets- og induktivitetssensorer i et felles beskyttelsesrør med tilgangsåpninger for fyllmediet; en i retning av sondeaksen i forhold til kapasitetselektrodene forskjøvet anordning av
- 35 induktive sensorer for å oppnå en forbedret stedsoppløsning i totalmålesignalet; anvendelse av induktive sensorer med kun én ferrittkjerne med en induksjonsspole som samtidig tjener som eksitasjons- og målespole; økning av antallet sensorelementer, dvs. kapasitetselektroder og/eller induktive sensorer, i

områder for typiske posisjoner av grenseskiktene som skal karakteriseres.

- 5 Ytterligere utførelsesformer, fordeler og anvendelser av oppfinnelsen fremgår av de avhengige krav samt den etterfølgende beskrivelse ved hjelp av tegningene.

På tegningen viser

fig. 1a en oljeseparatortank med en kapasitets/
induktivitets-kombisensor;

fig. 1b typiske nivåskikt i en oljeseparatortank;

fig. 2 en induktiv sensor med en eneste ferrittkjerne for lokal nivåmåling;

fig. 3 en stavformet kapasitetssensor i området av et vann-olje-emulsjonsgrenseskikt;

fig. 4 målekurver med en induktiv sensor og en kapasitetssensor for karakterisering av et vann-olje-emulsjonsgrenseskikt; og

fig. 5 en konstruksjon av en kapasitets/induktivitets-kombisensor ifølge oppfinnelsen.

10

På figurene er de samme deler forsynt med de samme henvisningstall.

- 15 Fig. 1a viser skjematisk en kombisensor 1 ifølge oppfinnelsen, som omfatter en fra WO 98/33044 i og for seg kjent stavformet kapasitetssensor 1a og en induksjonssensor 1b, samt en via en ledning 2 forbundet måleelektronikk 3, og som ifølge oppfinnelsen er utformet for måling av nivåer eller et nivåprofil 5 - 8, 56, 67, 78 i en oljeseparatortank 4. Spesielt 20 omfatter måleelektronikken 3 midler for kapasitetsmåling mellom fortrinnsvis nærmest naboliggende elektrodepar 14 og eventuelt ytterligere (ikke viste) motelektroder. Tanken 4 har et innløp 4a for oljetransport 5 - 8, samt separate utløp 4b for gass 5,

4c, for olje 6, 4d, for vann 7 og 4e, for faststoffer og sand 8. 4f betegner en oljeskillevegg. Fig. 1b viser typiske faser i tanken 4, spesielt grenseskiktene med skum 56 og med vann-olje-emulsjon 67. Med den kombinerte kapasitive og induktive måle-

5 fremgangsmåte ifølge oppfinnelsen kan det bestemmes meget nøyaktig spesielt en tilstedeværelse, posisjon og tykkelse av et olje-gass-skumgrenseskikt 56 og/eller et vann-olje-emulsjons-grenseskikt 67, og eventuelt reguleres tilsetningen av en emulsjonsinhibitor.

10

Fig. 2 viser en enkel induktiv sensor 1b med en ferrittkjerne 9 og en spole 10. En vekselstrøm 11a i spolen 10 genererer en magnetisk flux 11b i ferrittkjernen 9, som igjen induserer en strøm 11c i fyllmediet 6, 7, 67. Avhengig av den elektriske

15 ledeevne, og spesielt ioneledeevnen av fyllmediet 6, 7, 67, virker fyllmediet 6, 7, 67 som sekundærvikling slik at det induktive sensorelement 9, 10 utgjør en åpen eller lukket transformator. Den i fyllmediet 6, 7, 67 induserte strøm 11c kan detekteres som elektrisk tap i induksjonsspolen 10 som

20 således tjener samtidig som målespole 10. Den induserte strøm 11c er igjen karakteristisk for fyllmediets 6, 7, 67 type. Ved en stavformet anordning av flere induktive sensorer 9, 10 i en induksjonssensor 1b (fig. 5) kan det således på de induktive sensorers 9, 10 steder bestemmes medienes 6, 7, 67 punktvis

25 tilnærmede nivåprofil. Den stavformede kapasitetssensors 1a funksjonsmåte er allerede kjent fra WO 98/33044 og muliggjør likeledes en avsnittsvis bestemmelse av nivåprofilen. Nivåer 5 - 8, 56, 67, 78 i elektrodemellomrommenes område, dvs. i elektrodeavstandenes a mellomrom (fig. 5), er imidlertid ved

30 ubetydelige emulsjonsskikttykkelser praktisk talt ikke detekterbare (WO 98/33044, fig. 1 og 4).

Fig. 3 viser at tykkelsen d i et vann-olje-emulsjons-grenseskikt 67 er større enn en elektrodehøyde h og en

35 elektrodeavstand a på kapasitetssensorens 1a stavformede sonde 12. I dette tilfelle kan det ut fra størrelsen av kapasitets-signalene C (antydnet med skravur på elektrodene 14) mellom flere naboliggende elektroder 14 bestemmes emulsjonens 67 tykkelse d. En nøyaktig lokalisering av posisjonen eller et

40 perkolasjonspunkt av emulsjonen 67 er derimot ikke mulig.

Fig. 4 viser hvordan man ved hjelp av kapasitets/induktivitets-kombisensoren 1 oppnår en enda mere nøyaktig karakterisering av emulsjonen 67. På aksene er det under en konsentrasjon K av olje 6 i prosent av en vann-olje-blanding 67, på venstre side påført en elektrisk ledeevne σ i millisiemens pr. cm (mS/cm), og på høyre side en kapasitet C i pikofarad (pF). Ut fra induksjonssignalene kan perkolasjonspunktet 15, hvor en overgang mellom en vannholdig fase (små oljedrøper i vann) og en oljefase (vanndråper i olje) finner sted, bestemmes nøyaktig da induksjonssignalet der forsvinner. Ut fra induksjonssignalet kan man også bestemme tykkelsen d_1 og/eller en (midlere) posisjon av den vannholdige emulsjonsfase, f.eks. ved hjelp av foregående justeringsmålinger. På den andre side er kapasitetssignalet C i den vannholdige fase relativt konstant og faller først i oljefasen. Ut fra fallet kan tykkelsen d_2 og/eller en (midlere) posisjon av den oljeholdige emulsjonsfase bestemmes f.eks. ved hjelp av foregående justeringsmålinger. På fig. 4 er det likeledes vist endringen av kapasitetssignalene C ved overgang fra olje 6 til gass 5. Helt analogt som ovenfor angitt, kan det igjen bestemmes en (midlere) posisjon og/eller en tykkelse av olje-gass-skumgrenseskiktet ut fra kapasitetssignalet C fall.

Fig. 5 viser en foretrukken konstruksjon av kombisensoren 1. Sondeaksen A i kapasitetssensoren 1a og sondeaksen B i induksjonssensoren 1b er sentrert innbyrdes parallelt og montert i et felles beskyttelsesrør 18, f.eks. et PVDF-rør 18, med avstandsholdere 17. Beskyttelsesrøret 18 er forsynt med åpninger 18a, og avstandsholderne 17 er fortrinnsvis forsynt med åpninger 17a for tilførsel av fluide medier 5, 56, 6, 67, 7 til kapasitetssensoren 1a og til induksjonssensoren 1b. Induksjonssensorens 1b induktive sensorer 9, 10 er fortrinnsvis anordnet forskjøvet i retning av sondeaksene A, B i forhold til kapasitetssensorens 1a elektroder 14. Således er de induktive sensorer 9, 10 posisjonert nøyaktig i sonene a med lav målefølsomhet hos kapasitetssensoren 1a. Ved en slik forskjøvet anordning av sensorelementene 9, 10; 14 og den kjensgjerning at de induktive sensorer 9, 10 har en sterk lokal målefølsomhet og kapasitetselektrodene 14 har snarere en vidtrekkende målefølsomhet, oppnås det et informasjonssterkt felles målesignal med

en meget høy lokal målenøyaktighet eller lokal oppløsning. I en fordelaktig konstruksjon er holdeinnretningene 16 for ferrittkjernene 9 festet til et isolasjonsrør 13 av kapasitetssensoren 1a i mellomrommene a mellom elektrodene 14. En ytterligere

5 forholdsregel for å forbedre målenøyaktigheten består i å øke antallet av kapasitetssensorens 1a elektroder 14 i områder med typiske posisjoner for grenseskikt 56, 67, 78, spesielt et emulsjons-grenseskikt 67 mellom olje 6 og vann 7 og/-eller et

10 skum-grenseskikt 56 mellom gass 5 og olje 6, og/-eller å øke et antall av induksjonssensorens 1b induktive sensorer 9, 10 i et område med typiske posisjoner for et emulsjons-grenseskikt 67 mellom olje 6 og vann 7.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for nivåmåling av en beholder (4), spesielt for bestemmelsen av en nivåprofil i en separatortank (4) med gass (5), olje (6), vann (7) og sand (8), idet en kapasitets-sensor (1a) omfatter en stavformet sonde (12) med flere, langs en første sondeakse (A) anordnede elektroder (14), og elektriske kapasitetssignaler (C) måles mellom elektrodene (14), k a r a k t e r i s e r t v e d

- a) at det med flere, langs en andre sondeakse (B) anordnede, elektrodeløse induktive sensorer (9, 10) måles elektriske induksjonssignaler og
- b) at det ut fra kapasitetssignalene (C) og induksjonssignalene dannes et felles målesignal for bestemmelse av en nivåprofil (5-8, 56, 67, 78) i beholderen (4).

2. Fremgangsmåte for nivåmåling ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d

- a) at det ut fra målesignalets induksjonssignaler bestemmes en posisjon av et grenseskikt (67) mellom medier (6, 7) med forskjellige elektriske ledeevner og/eller
- b) at det ut fra målesignalets kapasitetssignaler (C) bestemmes en posisjon av et grenseskikt (56, 67, 78) og/eller en tykkelse (d) av et grenseskikt (56, 67) mellom to medier (5, 6; 6, 7; 7,8) med forskjellige dielektrisitetskonstanter og/eller forskjellige elektriske ledeevner.

3. Fremgangsmåte for nivåmåling ifølge ett av kravene 1 - 2, k a r a k t e r i s e r t v e d

- a) at det ut fra induksjonssignalene bestemmes en posisjon og fortrinnsvis et perkolasjonspunkt (15) av et emulsjons-grenseskikt (67) mellom olje (6) og vann (7) og/eller
- b) at det ut fra kapasitetssignalene (C) bestemmes en tilstedeværelse og fortrinnsvis en tykkelse (d) av et emulsjons-grenseskikt (67) mellom olje (6) og vann (7).

4. Fremgangsmåte for nivåmåling ifølge ett av kravene 1 - 3, karakterisert ved

- a) at det ut fra målesignalet induksjonssignaler bestemmes en posisjon og/eller tykkelse (d_1) av en vannholdig fase av et emulsjons-grenseskikt (67) mellom olje (6) og vann (7), og/eller
- b) ut fra målesignalet kapasitetssignaler (C) bestemmes en posisjon og/eller tykkelse (d_2) av en oljeholdig fase av et emulsjons-grenseskikt (67) mellom olje (6) og vann (7), og
- c) spesielt at det på grunn av kapasitetssignalene (C) og/eller induksjonssignalene reguleres en tilsetning av en emulsjonsinhibitor.

5. Fremgangsmåte for nivåmåling ifølge ett av kravene 1 - 4, karakterisert ved

- a) at det ut fra målesignalet kapasitetssignaler (C) bestemmes en posisjon og/eller tykkelse (d) av et grenseskikt (56) mellom et gassformet medium (5) og et flytende medium (6, 7) og
- b) spesielt at det ut fra kapasitetssignalene (C) bestemmes en tilstedeværelse og fortrinnsvis en tykkelse (d) av et skum-grenseskikt (56) mellom gass (5) og olje (6).

6. Anordning for nivåmåling ved gjennomføring av fremgangsmåten ifølge ett av kravene 1 - 5, idet en kapasitetssensor (1a) omfatter en stavformet sonde (12) med flere, langs en første sondeakse (A) anordnede elektroder (14),

karakterisert ved at kapasitetssensoren (1a) og en induksjonssensor (1b) er med flere, langs en andre sondeakse (B) anordnede, elektrodøse induktive sensorer (9, 10) integrert i en kombisensor (1).

7. Anordning ifølge krav 6,

karakterisert ved at kombisensoren (1) omfatter en måleelektronikk (3) for evaluering av kapasitetssensorens (1a) kapasitetssignaler (C) og de induktive sensorers (9, 10) induksjonssignaler, for generering av et felles målesignal ut fra kapasitetssignaler (C) og

induksjonssignalene og for å bestemme en nivåprofil (5 - 8, 56, 67, 78) i en beholder (4).

8. Anordning ifølge ett av kravene 6 - 7,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- a) at den første og den andre sondakse (A, B) er anordnet innbyrdes parallelt i et beskyttelsesrør (18) og holdt fra hverandre ved hjelp av avstandsholdere (17) og
- b) at beskyttelsesrøret (18) og spesielt avstandsholderne (17) er forsynt med åpninger (18a, 17a) for tilførsel av fluide medier (5, 56, 6, 67, 7) til kapasitetssensoren (1a) og til induksjonssensoren (1b).

9. Anordning ifølge ett av kravene 6 - 8,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- a) at induksjonssensorens (1b) induktive sensorer (9, 10) er i forhold til kapasitetssensorens (1a) elektroder (14) anordnet forskjøvet i retning av sondeaksen (A, B),
- b) spesielt at holdeinnretninger (16) for ferrittkjerner (9) er festet på et isolasjonsrør (13) i kapasitetssensoren (1a) i mellomrom mellom elektrodene (14) og
- c) spesielt at hver induktive sensor (9, 10) har nøyaktig én ferrittkjerne (9) med en induksjonsspole (10) som virker samtidig som målespole (10).

10. Anordning som angitt ifølge ett av kravene 6 - 9,

k a r a k t e r i s e r t v e d

at det for å forbedre stedsoppløsningen av nivåmålingen i en separatortank (4)

- a) økes et antall elektroder (14) i kapasitetssensoren (1a) i områder for typiske posisjoner av grenseskikt (56, 67, 78), spesielt et emulsjons-grenseskikt (67) mellom olje (6) og vann (7) og/eller et skumgrenseskikt (56) mellom gass (5) og olje (6) og/eller
- b) økes et antall induktive sensorer (9, 10) i induksjonssensoren (1b) i et område for typiske posisjoner av et emulsjons-grenseskikt (67) mellom olje (6) og vann (7).

Fig. 1a

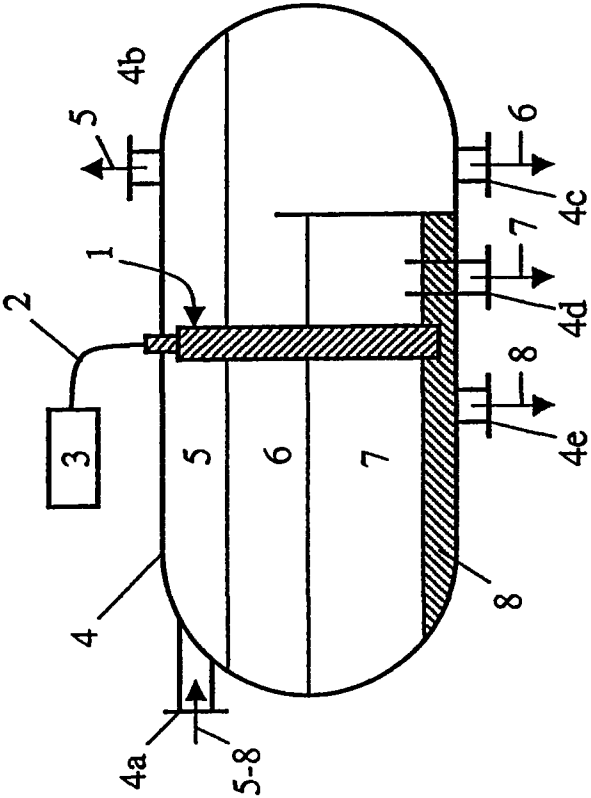


Fig. 1b

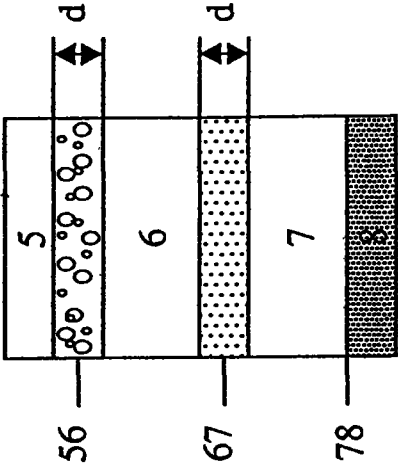


Fig. 2

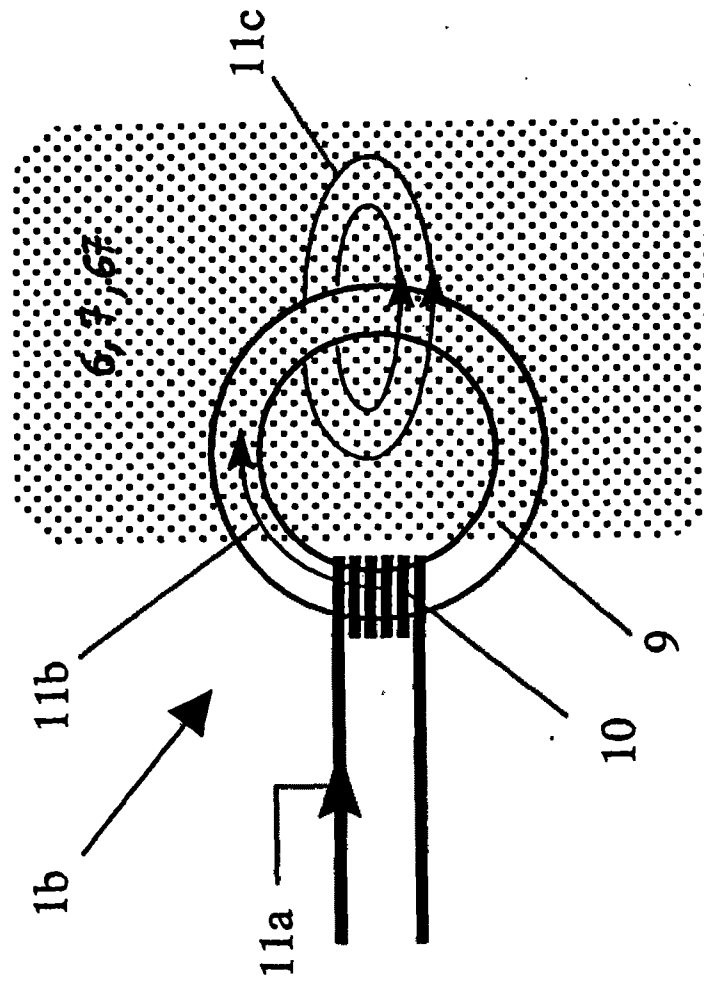
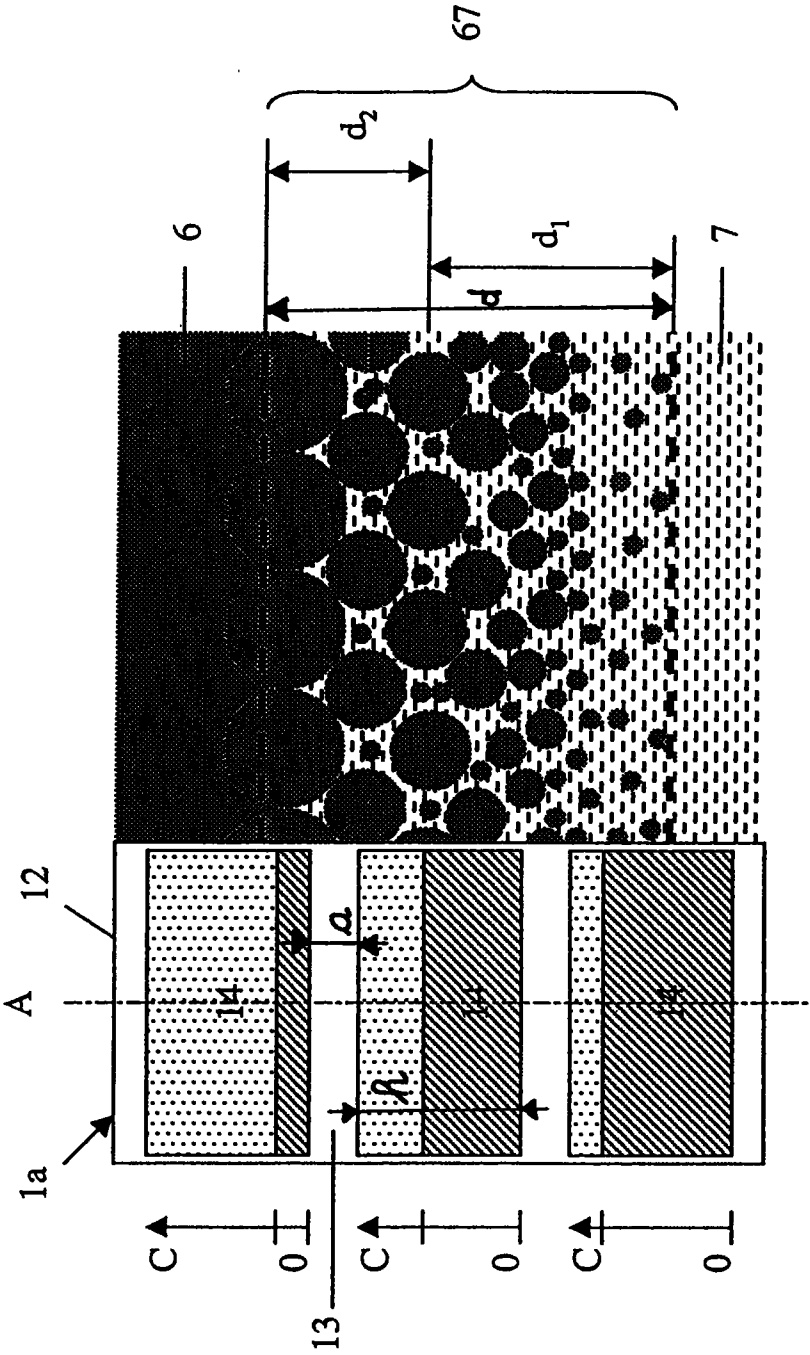
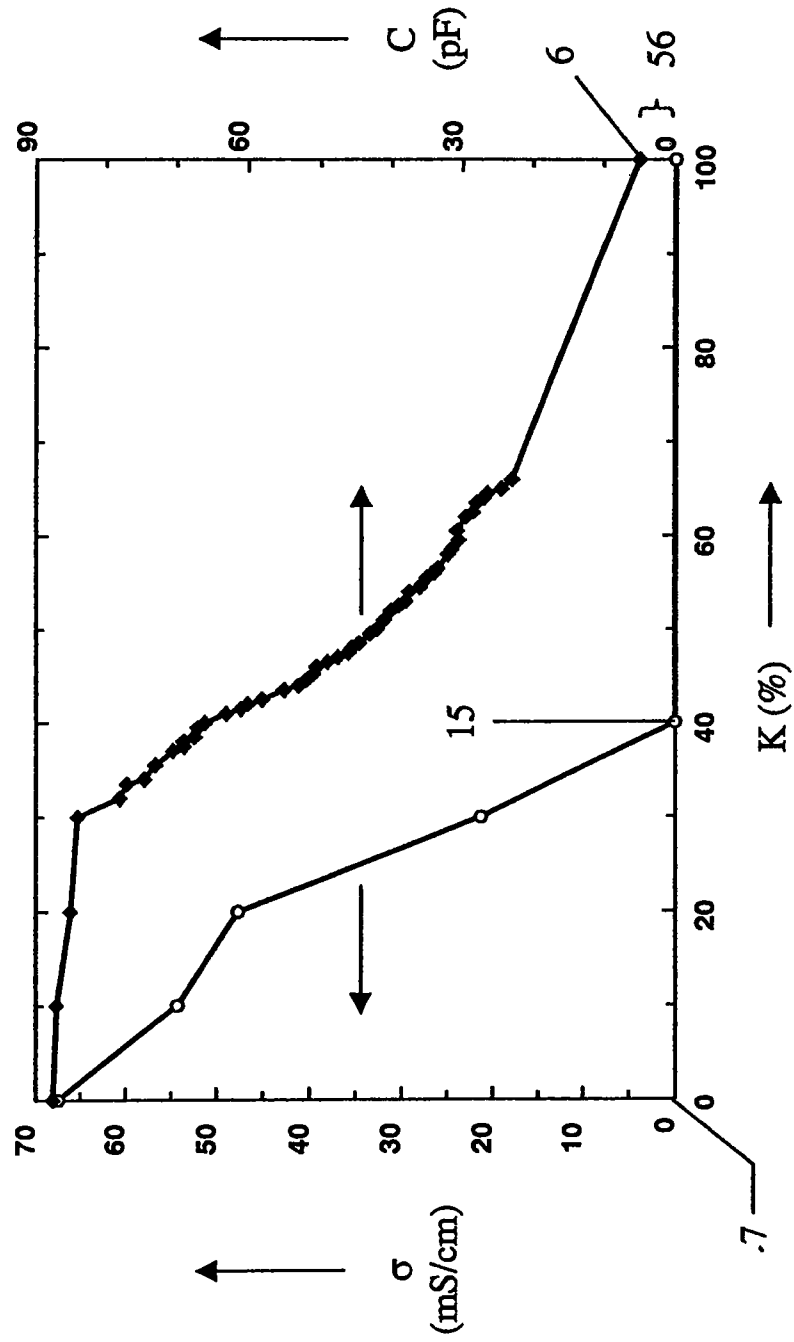


Fig. 3



4/5

Fig. 4



5/5

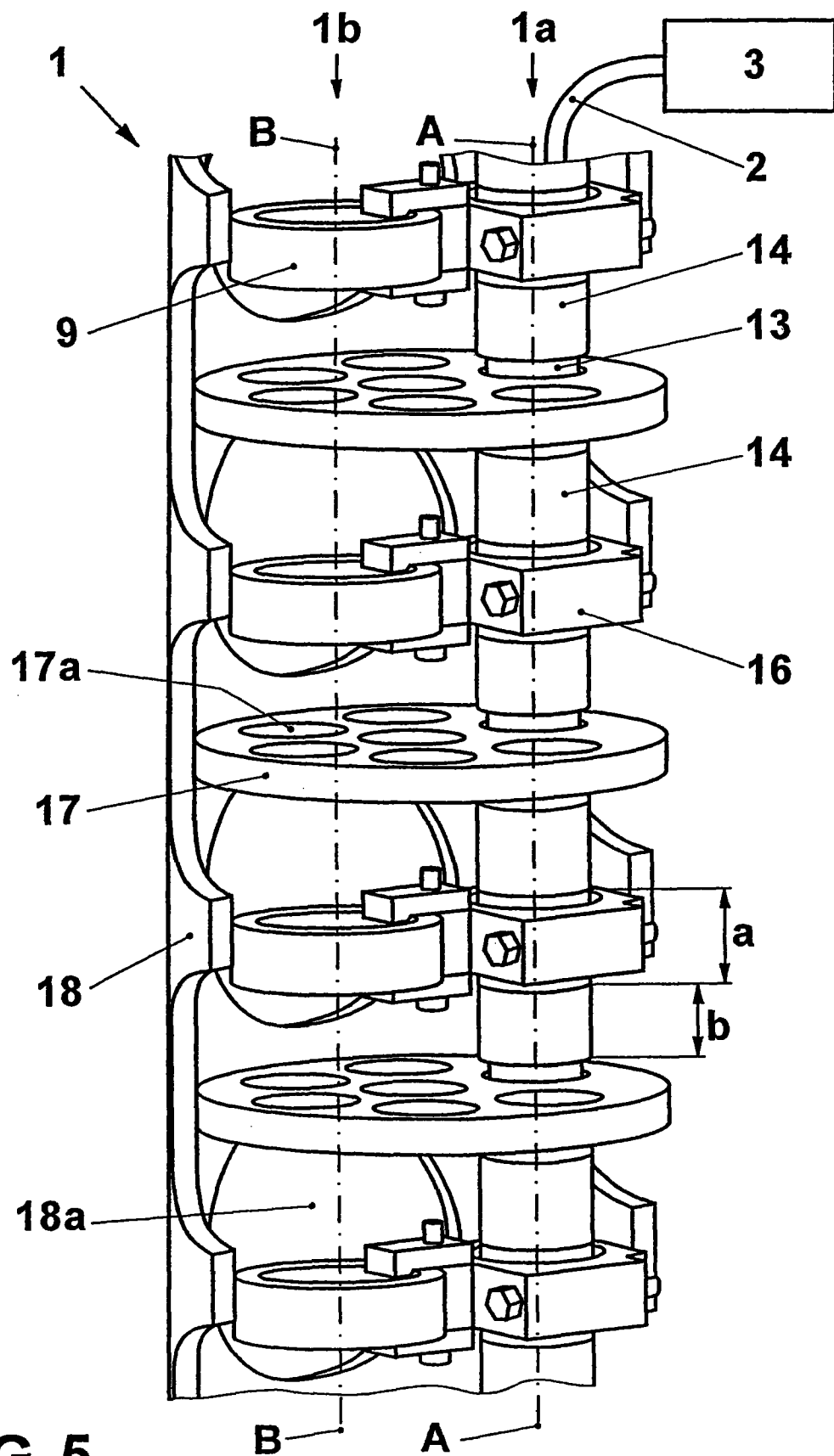


FIG. 5