(12) **PATENT**

(19) NO (11) **319513** (13) **B1**

NORGE (51) Int Cl[7] G 01 N 15/06, 21/49

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19974597	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1996.04.01 PCT/SE96/00424
(22)	Inng.dag	1997.10.03	(85)	Videreføringsdag	1997.10.03
(24)	Løpedag	1996.04.01	(30)	Prioritet	1995.04.06, NZ, 270877 1995.05.22, NZ, 272177
(41)	Alm.tilgj	1997.12.03			
(45)	Meddelt	2005.08.22			

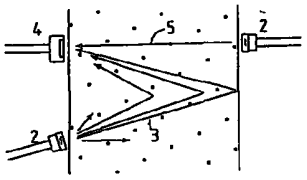
(73) Innehaver Alfa Laval Agri AB, Box 39, S-147 21 Tumba, SE
(72) Oppfinner Cornelis Klein, Hamilton, NZ
(74) Fullmektig Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, NO

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte og apparat for kvantitativ partikkelbestemmelse i fluider**

(56) Anførte publikasjoner
US 5416581
US 5416580
US 4957363
US 5033852

(57) Sammendrag

Den foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og apparat for kvantitativ bestemmelse av partikler i fluider. Apparatet i henhold til oppfinnelsen omfatter et emittersett av en eller flere lysemittere i kombinasjon med et detektorsett av én eller flere lysdetektorer som er sensitive for det utgående fra emitterne; under analyse av prøven blir det samlet data fra en flerhet av signalbaner mellom emitter- og detektorsettene. Denne informasjon blir så evaluert ved sammenligning med kjente data for forskjellige fluidpartikkel-innhold. I mange utførelser er det mulig med noe differensiering mellom forskjellige partikler i en fluidprøve. Vanlige bruksområder innbefatter analyse av melk og meierifludier, blodprøver, smøremidler, suspensjoner av pigmenter, etc.



TEKNISK OMRÅDE

Den foreliggende oppfinnelse er rettet mot en fremgangsmåte og apparat for kvantitativ bestemmelse av partikler i fluider, samt en anvendelse av dette i en fremgangsmåte for å bestemme strømningshastigheten til et fluid som strømmer i en kanal. De foretrukne utførelser vil finne anvendelse ved kvantitativ analyse av fett i melk og andre meierifluider.

KJENT TEKNIKK

Den foreliggende oppfinnelse er rettet mot området kvantitativ bestemmelse av partikler i fluidet. Uttrykket partikkel vil bli brukt i dets bredeste forståelse og må ikke bare begrenses til å bety stykker av faststoff i en annen fase, men også å innbefatte situasjonen med små volumer av væske i en annen væskefase; et eksempel kan være miceller eller små globuler eller kuler dispergert i en bulk væskefase slik som i en emulsjon, eller fett-globuler i en væske slik som melk.

I tillegg skal uttrykket fluid også innbefatte gassfasen mellom det en må regne med at de fleste utførelser vil bli brukt i anvendelser hvor fluidet er en væske.

De fleste apparater som for tiden brukes til kvantitativ bestemmelse av partikler i en fluid har en relativt kompleks natur. Deres grad av kompleksitet er i det minste delvis en grunn for mange ulemper:

- de er relativt kostbare;
- de er ofte relativt skjøre og generelt uegnet for bruk «i felten» eller i normale produksjons- og behandlingsomgivelser;
- generelt har de spesifikke formål og ofte er det ikke mulig å tilpasse dem til andre anvendelser;
- de er ofte ikke i stand til å anvendes for overvåkning av i linje prøvearrangement idet de fleste utførelser krever at prøver fjernes fra produksjonslinjen og plasseres i apparatet for analyse.

I mesteparten av den kjente teknikken anvendes spektroskopiske teknikker for kvantitativ bestemmelse av partikkeltilstedeværelse i et fluid. De fleste av disse teknikkene er basert på infrarød spektroskopi og kan i mange tilfeller bare benyttes for å detektere og kvantitativt bestemme organiske eller organometalliske partikler i fluidet. Et eksempel er gjenstanden for NS-patent nr NG92325 som be-

skriver en fremgangsmåte for kvantitativ måling av fett i en prøve ved anvendelse av en infrarød absorpsjonsteknikk og evaluering av den infrarøde absorpsjonskarakteristikken ved strekking av mettet karbonhydrogen-binding. Disse og andre korresponderende fremgangsmåter er imidlertid generelt spesifikke for de kvantitative analysene av partikkelkategorier av sammensetninger og kan påvirkes av tilstedeværelsen av andre substanser enn de som er av interesse, men som også er til stede i prøven.

Den internasjonale patentsøknad nr WO 92/17767 er rettet mot en tilsvarende fremgangsmåte for kvantitativ fettbestemmelse i en emulsjon og tar også med i beregningen infrarøde absorpsjonstopper som skyldes annet (enn C-H binding eksitasjon). Mens denne teknikken også synes å forbedre selektiviteten (og således å ha potensialet å eliminere interferens fra substansen som kan være til stede i prøven) hevdes det også at mer nøyaktige bestemmelser kan utføres direkte fra helmelk, uten en forutgående homogeniseringsbehandling. Oppfinnelsen som er beskrevet i denne fremstillingen innehar imidlertid også mange av de generelle ulempene beskrevet ovenfor.

Fransk patent nr FR 2050525 beskriver en fremgangsmåte når en infrarød stråle blir reflektert fra parallelle transparente vegger avgrenset på utsiden, av prøvefluidet. Her vil bare en del av strålen bli reflektert, og noe absorbert eller transmittert gjennom prøvevæsken (for å måles når den går ut av kammeret). Intensiteten til de reflekterte strålene forutsettes å angi partikkelinnholdet. Denne fremgangsmåten vil imidlertid ha begrensninger når det gjelder antallet og typen av forskjellige fluider som den kan anvendes på.

De russiske patentene nr SU 983538 og SU 1748058 er også rettet for fremgangsmåte for partikkelbestemmelse i fluidet og de bygger på anvendelsen av kostbar eller komplekst utstyr; hvorav den ene foretrekker bruken av en maser som ikke er en hyllevare i de fleste land.

US 5416581 angår et flerstrålet målesystem som omfatter flere stråler. Flerstråleprinsippet kompenserer for aldersforringelsen av de optoelektroniske komponenter.

Generelt tillater ikke mengden av tidligere kjent teknikk det mulig å foreta kontinuerlig eller i linjen overvåkning av prøvefluid, og de er generelt relativt inflekssible når det gjelder måten de kan brukes eller anvendes på.

Det er et formål med den foreliggende oppfinnelse å ta fatt i de forutgående problemene eller i det minste å forsyne allmennheten med en nyttig valgmulighet.

Ytterligere aspekter og fordeler med den foreliggende oppfinnelse vil bli tydeliggjort i den følgende beskrivelse som imidlertid bare er gitt som et eksempel.

Oppfinnelsen tilveiebringer i et første aspekt et apparat for kvantitativ partikkelbestemmelse i fluider som inneholder partikler, hvilket apparat omfatter:

- et emittersett omfattende én eller flere lysemittere som fungerer som en punktlyskilde og tilveiebringer ett eller flere prøvelyssignaler;
- et detektorsett omfattende en eller flere lysdetektorer som er følsomme for lyset fra lysemitterne, idet apparatet er kjennetegnet ved at
- detektorsettet er innrettet for å motta prøvelyssignalene via et antall diskrete prøvelyssignalbaner mellom emitter- og detektorsettene under analyse av en prøve, der detektorsettet videre er innrettet for å skille mellom forskjellige prøvelyssignalbaner,
- en signalforbindelse er innrettet for å videreformidle informasjon, mottatt fra detektorsettet, til en prosessor for behandling av én eller flere verdier som angir tilstedeværelsen av partikler i prøvefluidet,
- en tilbakekoplingsdetektor er innrettet for å motta innkommende lys fra én eller flere av emitterene i emittersettet, der tilbakekoplingsdetektoren tilveiebringer en utgangsverdi som anvendes for å kompensere for en eventuell vandring i emitterens utgangsverdi fra en forutbestemt ideell norm, der den kompenserende utgangsverdien er anvendt for:
  - (i) å styre emitterens utgangsverdi, og/eller
  - (ii) å påvirke følsomheten til minst én av lysdetektorene slik at følsomheten til den minst ene lysdetektoren matcher emitterens eller emitterenes lysutgangsverdi, idet
- detektorsettet gir individuelle utgangsverdier for et antall forskjellig prøvelyssignalbaner, der de individuelle utgangsverdier kan evalueres av en prosessor for å tilveiebringe en verdi som er indikativ for partikkelinnholdet i fluidprøven som analyseres.

Det beskrives også apparat for kvantitativ partikkelbestemmelse i fluider, hvilket apparat omfatter:

- et emittersett som omfatter en eller flere lysemittere som i sin tur tilveiebringer ett eller flere prøvelyssignaler;
- et detektorsett omfatter en eller flere lysdetektorer som er sensitive for det utgående fra lysemitterne, og arrangementet er kjennetegnet ved at prøvelyssignalene fra en flerhet av prøvelyssignalbanen mellom emittere og detektorsettene blir mottatt av detektorsettet under analyse av en prøve;
- detektoren tilveiebringer utgangsverdier som kan evalueres ved hjelp av behandlingsinnretninger for å tilveiebringe en verdi som indikerer partikkelinnholdet i fluidet.

Detektorsettet kan være anordnet for å detektere i det minste et sett av spredte eller reflekterte lyssignaler som skyldes reflektansen til partikler som er til stede i fluidet.

Det beskrives også et apparat hovedsakelig som beskrevet ovenfor, som innbefatter en optisk tilbakekoplingsinnretning som omfatter en tilbakekoplingsdetektor hvis utgangssignal tilveiebringer for i det minste ett av de følgende trekk:

- påvirkning av enten eller både spenningen og strømmen av i det minste en lysemitter for å opprettholde lysutsendelse på et forut bestemt nivå;
- påvirkning av sensitiviteten til i det minste en lysdetektor for å tilpasses lysutsendelsen fra i det minste en lysemitter; og
- tilveiebringelse av et signal som er tilgjengelig for behandlingsinnretninger for anvendelse til korreksjon når det tilveiebringes en verdi som indikerer partikkelinnholdet.

I en utførelsesform av apparatet, hovedsakelig som beskrevet ovenfor, skiller nevnte prøvelyssignalbaner seg fra hverandre med i det minste ett av følgende trekk:

- deres banelengde gjennom fluidprøven blir analysert, og
- deres relative banevinkel gjennom fluidprøven blir analysert.

I en ytterligere utførelsesform omfatter apparatet, hovedsakelig som beskrevet ovenfor, et emittersett som omfatter flere lysemittere i forskjellige posisjoner langs veggen eller veggene til en prøvecelle, eller anordnet for å være til stede

langs veggen eller veggene til en innført prøvecelle, og hvor det utgående fra nevnte lysemittere er rettet for å tilveiebringe en flerhet av hovedsakelig direkte signalbane til en eller flere lysdetektorer i detektorsettet.

I en annen utførelsesform omfatter apparat, hovedsakelig som beskrevet foran, en flerhet av pulsede lysemittere, og hvor detektorsettet, eller en individuell detektor i detektorsettet, detekterer i hovedsak det utgående fra en enkelt lysemitter, eller kombinasjon av denne, i et tidspunkt under analyse av en prøve, og hvor pulsingen av nevnte lysemittere blir synkronisert for å tillate detekteringen av det utgående fra individuelle lysemittere, eller grupper av disse.

Apparatet kan innbefatte behandlingsinnretninger som sammenligner verdier frembrakt av detektorsettet med lagrede kalibreringsreferanseverdier, og sammenligningen frembringer verdier som er indikative på tilstedeværelsen av en eller flere forskjellige typer av partikler i et prøvefluid.

I et andre aspekt tilveiebringer oppfinnelsen en fremgangsmåte for kvantitativ bestemmelse av nivåene til én eller flere forskjellige partikler i et fluid, der fremgangsmåten er kjennetegnet ved en den omfatter de trinn å:

- overføre ett eller flere lyssignaler fra én eller flere emittere inn i en fluidprøve, der nevnte ene eller flere emittere fungerer som punktlyskilder,
- detektere lyssignalene fra et antall forskjellige diskrete prøvelyssignalbaner ved hjelp av én eller flere detektorer, der forskjellige diskrete prøvelyssignalbaner skilles fra hverandre,
- gjøre det detekterte utgangssignalet for hver diskrete prøvelyssignalbane tilgjengelig for påfølgende evaluering av en prosessor, der en utgangsverdi innhentes fra en tilbakekoplingsdetektor som er anordnet for å motta innfallende lys fra minst én emitter, idet utgangsverdien anvendes som en korreksjon av vandring av utgangsverdien fra nevnte minst ene emitter ved å
  (i) styre emitterens utgangsverdi, og/eller
  (ii) påvirke følsomheten til minst én av lysdetektorene slik at følsomheten til den minst ene lysdetektoren matcher emitterens eller emitterenes lysutgangsverdi.

Det beskrives også en fremgangsmåte for kvantitativ bestemmelse av nivåene av en eller flere forskjellige partikler i et fluid, omfattende å sende en eller

flere lyssignaler inn i en fluidprøve, detektering av prøvelyssignalene fra en flerhet av prøvelyssignalbaner, og å gjøre det detekterte utgående tilgjengelig for påfølgende evaluering av behandlingsinnretninger.

De detekterte lyssignalene skiller seg fra hverandre med i det minste ett av følgende:

- deres banelengde gjennom fluidprøven blir analysert;
- deres relative banevinkler gjennom fluidprøver blir analysert;
- utgangsintensiteten til emitteren som produserer nevnte signal;
- forholdet mellom transmittert og reflektert eller spredt lys, og bølgelengde.

I en utførelsesform blir det detekterte utgående blir sammenlignet med enten eller både eller lineær regresjon, og Fourier-transformasjonsanalyse, med lagrede kalibreringsreferanseverdier for å frembringe verdier som er indikative for de kvantitative nivåer av en eller flere forskjellige typer partikler i nevnte fluid.

Fremgangsmåten kan benyttes til bestemmelse av partikkelnivåer for i det minste en av:

- melk og andre meieribaserte fluider;
- substanser som inneholder fluidiserte fettpartikler, globuler og suspensjoner;
- blod, plasma, sæd, urin og andre biologiske fluider;
- olje og smøremidler, og blekk, maling, og flytende pigmenter.

Det beskrives også en fremgangsmåte, hovedsakelig som beskrevet ovenfor, som når den anvendes på melk og andre meieribaserte fluider, blir brukt til å indikere nivåene for i det minste en av: fett, protein, laktose og somatisk celletelling.

Den foreliggende oppfinnelse kan generelt karakteriseres ved fremhenting og sammenligning av verdier for en flerhet av lyssignalbaner gjennom et fluid. Det betraktede signalet vil skille seg i et antall fysiske karakteristika snarere enn å inneholde repetisjoner av et signalsignal gjennom den samme banen. Dette utelukker imidlertid ikke muligheten for å frembringe multipler av data fra et signal langs den samme banen, bare det at dette ikke bær være den eneste banen som betraktes for analyseformål.

Måten som baner skiller seg på, kan variere. For eksempel kan banene skille seg på de følgende måtene:

- deres banelengde gjennom fluidprøven som blir analysert;
- deres relative banevinkel gjennom fluidprøven blir analysert,
- hvorvidt den utsendte lysstrålen faller direkte inn på detektoren.

Tidligere utførelser foretrakk prøveanalyser ved å frembringe hovedsakelig forskjellige verdier som både reflektert og transmittert lys gjennom en prøve. Imidlertid vil multiple signalbaner gjennom en prøve og som faller inn på en detektor også gi bidrag til en komponent av spredt og reflektert lys på grunn av partikkeltilstedeværelse i prøven, hvilket også normalt vil bli observert av detektoren. Følgelig kan det separate søk av transmittert og reflektert data for påfølgende kombinasjon og evaluering substitueres i mange utførelser ved ganske enkelt fremhente detekteringsverdier for et område av forskjellige transmitterte signalbaner. For mange fluider er det muligens å foretrekke at disse baner har forskjellige relative vinkler, siden dette ofte vil forårsake at de forskjellige signalbaner (når de når detektoren) omfatter forskjellige forhold mellom transmittert og reflektert, spredt lys.

Det må innses at mens de foretrukne utførelsene av den foreliggende oppfinnelse er rettet mot bestemmelsen av fett i melk og andre fluider, kan oppfinnelsen også anvendes for bestemmelsen av partikler i fluider slik som emulsjoner og suspensjoner, blekk, blod såvel som hydraulisk, maskin og andre typer oljer etc.

På bakgrunn av prøver er det fastslått at det samme apparatet kan anvendes til å bestemme, eller i det minste å gi en rimelig bra approksimering av nivåene til forskjellige partikler i et fluid. Dette synes å avhenge av det faktum at forskjellige typer partikler innehar forskjellige grader av absorpsjon og reflektans (ofte såvel som forskjellige reflektans/spredningsvinkler). Signalene som oppsamles fra et detektorsett vil være en funksjon av kombinasjonen av hver av bidragsyterne eller partiklenes reflektans og absorpsjonsegenskaper. Ved sammenligning med referanseverdier kan bidraget fra hver partikkeltype bestemmes og ved ytterligere matematisk analyse kan det frembringes en kvantitativ verdi. For et fluid slik som melk kan for eksempel rimelige indikasjoner på nivåene av laktose, fett, protein såvel som den somatiske celletellingen frembringes såvel som en total partikkeltilstedeværelse.

Siden de fleste praktiske utførelser av den foreliggende oppfinnelse er relativt enkle og kan konstrueres slik at de er relativt robuste i sin utforming, for eksempel tildannet på et enkelt kort eller modul, kan forskjellige utførelser av den

foreliggende oppfinnelse finne anvendelse til kontinuerlig overvåkning av melk og andre fluider. Den kontinuerlige eller periodiske overvåkningen av smørefluidet in situ er ett eksempel på den praktiske bruken av visse utførelser av den foreliggende oppfinnelse. Her kan utførelser av den foreliggende oppfinnelse anvendes til å aktivere en alarm eller skru av maskineri dersom tilstedeværelsen av partikler overskrider en forut bestemt verdi. Bruk i maskiner i kjøretøy og flygeområdet er et eksempel på en spesifikk bruk. Anvendelse for blod, plasma, sær, urin og biologiske fluidanalyser er noen andre anvendelser. Bruk sammen med blekk, maling og pigmenter er noen andre igjen. I praksis kan oppfinnelsen anvendes på virtuelt et hvilket som helst fluid hvori det er til stede partikler som er i stand til å samvirke med et lyssignal. Dette kan være ved lavnivåer og antyder bruk i kvalitetskontrollutstyr slik som renseutstyr, overvåkning av klarheten til fluider slik som vann, såvel som fluidmateledninger i industrielle foretak, osv.

De fleste utførelser av den foreliggende oppfinnelse vil arbeide i de infrarøde områder selv om det også kan anvendes andre områder i det elektromagnetiske spektrum. Foretrukne utførelser arbeider i enten eller begge 750 til 1200 nanometer og 3000 til 10000 nanometer bølgelengdeområdene (begge i de infrarøde områder). Rimelige emittere, slik som lysemitterende dioder (LED) er tilgjengelige for de infrarøde og synlige områdene. Andre typer lysemittere kan også anvendes.

På tilsvarende måte er relativt rimelige lysresponderende detektorer hvis lysutsendelse er avhengig av det innfallende lyset også tilgjengelige. Disse er også relativt følsomme innenfor det infrarøde området og utviklingen av infrarøde fjernkontrollenheter har sikret at tilpassede dioder og detektorer er umiddelbart og rimelig tilgjengelig. Det er imidlertid å merke seg at lyssensitive detektorer kan anvendes i forskjellige utførelser av den foreliggende oppfinnelse. Disse kan for eksempel omfatte fotodioder, lysemitterende dioder (LED), fototransistorer og andre optoelektroniske anordninger. I noen tilfeller kan bruken av mer sofistikerte eller sensitive detektorer rettferdiggjøres selv om relativt rimelige anordninger kan være tilstrekkelig i mange anvendelser.

Det er tidligere nevnt at virkemåten til den foreliggende oppfinnelse involverer en komparativ analyse basert på frembrakte verdier for en prøve som inkluderer noe informasjon om lystransmittans og reflektans fra prøven. Som også tidlig-

ere nevnt, behøver ikke denne informasjonen å samles separat, men den kan være inkludert i en enkelt avlesning fra en detektor, selv om det fortrinnsvis bør være et antall forskjellige signalbaner for å sikre en rimelig grad av nøyaktighet. Disse faktorer vil ha en innflytelse på antallet og måten hvorved emitterne og detektorene som anvendes i et utførelse av oppfinnelsen er anordnet. Eksisterer det et antall muligheter og dette vil nå bli forklart ved hjelp av eksempler.

Det er typisk at en arbeidsutførelse av den foreliggende oppfinnelse omfatter i det minste et emittersett og et detektorsett. For å forenkle beskrivelsen skal det, dersom ikke annet er angitt, refereres til et enkelt emittersett og et enkelt detektorsett.

Hvert emittersett kan omfatte en eller flere lysemittere. På tilsvarende måte kan detektorsettet omfatte en eller flere lysdetektorer. Emittersettet og detektorsettet skal generelt være slik anordnet at både transmitterte og reflekterte lysverdier kan frembringes, selv om dette ikke nødvendigvis skjer samtidig. Flere eksempler hvor transmittans og reflektansdata kan frembringes separat for etterfølgende behandling/evaluering er gitt i det følgende.

Et bestemt arrangement vil være å ha en enkelt lysdetektor, eller en rekke av flere lysdetektorer som fungerer mer eller mindre som en enkelt lysdetektor. I kombinasjon med den enkle lysdetektoren vil det være i det minste to lysemittere. I det minste en av disse lysemitterne kan være anordnet slik at dens prøvelyssignal vil bli mottatt som et transmittert lyssignal av lysdetektoren, dvs. at prøvelyssignalet forplanter seg direkte gjennom prøvefluidet til detektoren. I det minste en annen lysemitter vil være slik anordnet at et reflektert signal blir mottatt av lysdetektoren. Dersom vi ser på det enkle eksempelet med et prøvefluid inneholdt i en celle mellom to vinduer, vil i det minste en av emitterne være på den samme siden av prøvecellen som lysdetektoren (selv om den typisk er plassert en avstand fra denne langs cellevinduet), mens den andre lysemitteren vil være anordnet slik at dens utsendte lys passerer gjennom det motsatte cellevinduet. En slik situasjon er illustrert på figur 1.

I et annet arrangement kan det være tilveiebrakt bare en enkelt lysemitter og i det minste to lysdetektorer. I det minste en av lysdetektorene vil være posisjonert til å motta transmittert lys fra lysemittere, mens i det minste en annen vil være anordnet for å motta reflektert lys, slikt arrangement er illustrert på figur 2.

I andre arrangementer kan det være treghet av både lysemittere og lysdetektorer. Hver detektor (og også i det tilfellet hvor detektorsettet omfatter en enkelt lysdetektor) kan motta lys fra en flerhet av lysemittere. Dette kan omfatte en flerhet av reflekterte signaler fra forskjellige lysemittere. Dette kan også omfatte en flerhet av transmitterte signaler fra forskjellige lysemittere. Arrangementet kan også omfatte en eller flere av hvert av transmitterte lyssignaler og reflekterte lyssignaler pr sektor.

Det må forstås slik at for arrangementet i det forutgående avsnittet, skal ikke alle lyssignalene for en bestemt lysdetektor mottas samtidig. I de fleste tilfellene må det forstås at signalene vil være i sekvenser fra de forskjellige emitterne som en bestemt lysdetektor vil samvirke med. Samtidige sekvenser mellom forskjellige detektor og emitterpar/sett kan finne sted i noen.

Det er mulig at forskjellige lysdetektorer også kan reagere på signalene fra en enkelt lysemitter som er i drift; for disse lysdetektorene kan banelengdene være forskjellig (for transmitterte signaler) eller i forskjellige vinkler for reflekterte signaler. Som det må forstås, kan også andre arrangementer av emittere og detektorer settes opp.

I andre utførelser hvor rene reflekterte avlesninger ikke blir foretatt, vil detektor og emittersettene være arrangert slik at det kan opptas en flerhet av avlesninger av signaler fra forskjellige baner. Dette kan også tillate bruken av et antall emitter og detektorkombinasjoner, innbefattende i det minste noen av de kombinasjoner som er nevnt ovenfor og i det etterfølgende. Arrangementet i slike utførelser vil imidlertid vanligvis være slik at de fleste, om ikke alle, detektorene vil motta et transmittert signal, selv om en del av lyset som faller på detektoren skyldes spredning/reflektans av partikler i fluidet. Reflektans og spredning vil også bidra til absorbering, slik at i praksis er det fastslått at en flerhet av signalbaner som skiller seg i lengde og/eller relative vinkler er tilstrekkelig til å tillate kvantitativ partikkelevaluering. I praksis er det funnet at fra 3 til 5 forskjellige banelengder har gitt et tilfredsstillende kompromiss mellom høy kompleksitet og nøyaktighet. I avhengighet av prøven og andre parametere kan fra to baner og oppover være pålitelig.

Endring av intensiteten langs hver bane for å oppnå avlesninger for forskjellige intensiteter kan også innlemmes i forskjellige utførelser. Dette øker de forskjellige typene data som oppsamles i prøveanalyser, og kan øke nøyaktigheten

eller sikkerheten i noen tilfeller, for eksempel for noen typer fluider og for noen typer partikler.

Det må forstås at det er et antall forskjellige mulige arrangementer av emittere og detektorer for å tilveiebringe flerheten av forskjellige typer data (for eksempel som resultat fra forskjellige signal og banekarakteristika) som foretrekkes for nøyaktig prøveanalyse. Andre arrangementer enn de som så langt er nevnt spesielt kan imidlertid settes opp for å dekke en eller flere av de følgende situasjoner:

- hvor en flerhet av emittere arbeider samtidig og i samvirke med en flerhet av lysdetektorer på en en til en basis, og hvor hver signalbane i hovedsak er identisk når det gjelder karakteristika slik at et område av forventede identiske avlesninger frembringes simultant for gjennomsnittsberegning eller annen sammenligning;
- situasjon hvor en enkelt emitter virker sammen med flere detektorer samtidig og en en til mange basis, og hvor de fysiske signalbanekarakteristika (for eksempel banelengder, vinkler etc) i hovedsak er identiske slik at verdiene som frembringes kan gjennomsnittsberegnes eller sammenlignes på annen måte;
- situasjonen i det forutgående avsnittet hvor egenskapene til signalbanene fra emittere til hver detektor skiller seg slik at et område av forskjellige signalbaneverdier kan frembringes for påfølgende evaluering;
- hvor en enkelt lysdetektor samtidig mottar lys fra en flerhet av lysemittere, idet signalbanen fra hver lysemitter til den enkle lysdetektoren er i hovedsak identisk slik at verdiene kan gjennomsnittsberegnes eller sammenlignes på annen måte;
- situasjonen i det forutgående avsnittet hvor hver emitter til detektorsignalbane er forskjellig.

Det må også forstås at ved å sekvensere, pulse eller på annen måte tilveiebringe ikke-kontinuerlig drift av emitterne og/eller detektorene, kan forskjellige kombinasjoner av emittere og detektorer bli valgt under en datasamlingssyklus.

Mens i noen utførelser driften av emitter og detektorsettene kan være hovedsakelig kontinuerlige, dersom det er tilstrekkelig antall lysemittere og lysdetektorer, må det forstås at pulset eller ikke-kontinuerlig drift vanligvis vil bli brukt. Dette kan gi et antall av potensielt realiserbare fordeler. For eksempel kan sekvenser-

ing eller synkronisering av driften av forskjellige lysemittere og lysdetektorer gjøre det mulig å frembringe dataene for et antall av forskjellige signalbaner. Apparatet kan gjennomløpe sekvenser av slike datasamlingstrinn for å frembringe et utvidet datasett for påfølgende sammenligning og evaluering. Denne informasjon kan gi økte eller mer konsistente verdier for den kvantitative bestemmelse av partikkeltilstedeværelse spesielt dersom prøven ikke er homogen, eller den strømmer. Det må forstås at forskjellige datasamlesykluser ikke behøver å være identiske i sin sekvens, eller i antallet datasamlingstrinn for denne syklus.

En annen potensielt realiserbar fordel med ikke-kontinuerlig drift ligger i reduksjon av energien (over tid) som kreves av lysemitterne. Dette må være en faktor å ta hensyn til i fjerninstallerte enheter, eller hvor det kreves effektøkonomi. Alternativt kan mange lysemitterende anordninger tillate høyere enn normale driftsstrømmer for korte tidsperioder. Dette gjør det mulig å ha høyere intensitetsutbrudd i prøvelyssignalet enn det som ville være mulig dersom den lysemitterende anordningen blir drevet kontinuerlig innenfor dens normale driftsparametere. Dette kan forbedre driften til apparatet, og kanskje gjøre det egent for et større område av prøvetype, og kanskje også forbedre økonomien ved å tillate bruken av komponenter ved lavere ytelse enn dersom apparatet blir drevet kontinuerlig.

En rekke andre modifikasjoner kan gjøres med apparatet. Disse modifikasjonene kan i noen tilfeller forbedre nøyaktigheten, konsistensen eller evnen til å analysere vanskelige prøver. I noen tilfeller kan modifikasjonene bare være et alternativ til noen av de forutgående arrangementene. En modifikasjon er å modulere intensitet til en referanseprøvestråle. På mange måter er dette analogt til å frembringe avlesninger ved forskjellige banelengder (i den samme vinkel) gjennom prøvefludiet og kan anvendes som en approksimasjon for slike. Dataene vil ikke alltid være nøyaktig lik resultatene for forskjellige banelengder, men det vil fremdeles svære mulig å tilveiebringe informasjonskarakteristika for en bestemt prøve, eller prøver.

I noen utførelser vil det også bli matet informasjon med hensyn til intensiteten, sammen med detektorresponsen til datalogge/sammenlignings-innretninger slik at en hvilken som helst komparativ analyse kan korrelere resultatene med det utgående fra denne prøvestråleemitter.

Modifikasjon av den utgående intensiteten til prøvelysemitteren kan også anvendes for automatinnstilling av utgangsområdet til utgangssignalet slik at det passer til detektorens karakteristika. I en slik situasjon kan maskinen justere seg selv (selv om dette kan utføres manuelt) slik at detektoren arbeider innenfor dens mest effektive eller nøyaktige område. Et alternativ ville være å justere utgangsintensiteten slik at signalene som mottas av detektoren ligger innenfor et sammenlignbart område med området til de utgående eller kalibreringsdataene allerede er lagret for den bestemte prøvetypen.

En annen type drift er også mulig. Snarere enn å tilveiebringe en fast, kjent prøvestråleintensitet, kunne intensiteten endres inntil detektoren mottar en bestemt signalstyrke. Intensiteten til den utsendte prøvestrålen for å oppnå denne intensiteten kan anvendes for påfølgende analyse. Slik informasjon kan også kombineres med et prøvedatasett frembrakt ved å prøve å bruke en konstant prøvestråle med kjent intensitet. Oppsamlingen, sammenligningen og analysen av data som er samlet for en bestemt prøve ved hjelp av forskjellige måleteknikker kan være nyttig for å øke nøyaktigheten, eller konsistensen til apparatet. Dette kan være nyttig hvor apparatet i henhold til den foreliggende oppfinnelse anvendes med forskjellige typer prøver, eller en stor variasjon av prøvekarakteristika.

Mens intensiteten til prøvestrålen kan oppsamles ved kilden, må det forstås at noen andre karakteristika til den lysutsendende anordningen kan måles istedet. For eksempel, for en anordning slik som en LED, kan strømmen som passerer gjennom anordningen brukes som en indikasjon på intensitet. Kalibrering av en bestemt lysemitterende anordning til å korrelere sin utgangsintensitet med strømmen som trekkes (eller noen andre karakteristika (slik som spenning etc.)) er en mulighet. Hvor imidlertid prøveresultatene blir ført sammen med kalibreringsdata behøver ikke den nøyaktige utgangsintensiteten å være kjent siden resultatene ikke frembringes som absoluttverdier, men ved sammenligning av resultatene med de lagrede data som er tatt under kalibreringskjøringer under tilsvarende forhold. Dette vil ofte avhenge av den bestemte utførelse av apparatet og hvor vidt registrerte eller kalibreringsdata skal brukes. I de fleste tilfeller er det imidlertid ønskelig at den lysemitterende anordningens karakteristika, og også andre komponenter i apparatet, er relativt konsistent og motstandsdyktig mot drift, i det minste under perioden det foretas en prøve, eller mellom kalibreringskjøringer.

Dette kan være et problem ved noen anvendelser av oppfinnelsen og kan håndteres ved hjelp av optiske tilbakekoplingsenheter, hvilket vil bli forklart ytterligere nedenfor.

En annen teknikk som kan anvendes er å endre retningen til den emitterte prøvestrålen. Det må forstås at denne teknikken mest sannsynligvis vil bli brukt når en emittert stråle er en hovedsakelig smal stråle, snarere enn en bred stråle som i alle fall kan overvåkes fra et antall forskjellige posisjoner. Å endre på vinkelen til strålen er en annen fremgangsmåte for å utføre modulasjon. For en bestemt fast detektor vil endring av vinkelen til prøvestrålen ha den virkning av det tilveiebringes en forskjellig målt intensitet som er avhengig ikke bare av innfallende lys (i avhengighet av posisjonen til detektoren), men også av detektering av forskjellige mengder tilbakespredning, refleksjon og absorpsjon av prøvefluidet. Dette gir en forskjellig type informasjon i forhold til bare å modulere prøvestråleintensiteten, og kan være nyttig på et antall måter.

Denne informasjon kan igjen tilpasses med kalibrering eller registrerte data. Den kan også gi informasjon vedrørende naturen til partikkelinnholdet (for eksempel vil reflektansen, størrelsen, overflateregulariteten etc til partiklene alle ha en innflytelse på reflektansen og tilbakespredningen) som kan gjøre det mulig å tilveiebringe tilleggsinformasjon til brukeren. Dersom de forskjellige formene for modulasjon og måling som ligger innenfor denne oppfinnelsen også blir brukt, kan det oppnås et mer fullstendig sett av informasjon for prøven som kan være nyttig ved mer nøyaktig identifisering, ikke bare av konsentrasjonen eller partikkelinnholdet, men også andre karakteristika til prøven. Måling av forskjellige komponenter innenfor en prøve, eller andelene av disse komponentene, kan også være en mulighet.

Det kan også være tilveiebrakt fysiske elementer for å endre en prøvestrålekarakteristikk. Dette kan innbefatte bruken av reflektorer og linser som samvirker med en prøvestråle. Disse kan bare samvirke med en del av prøvestrålen. Bruken av reflektorer, linser, strålesplittere og filtere må påregnes. Bruken av filtere som kan endres i deres karakteristika er en annen måte å modulere prøvelyskildens karakteristika. Strålen kan så samvirke med prøven på forskjellige måter (teknikken med å endre frekvensen til prøvelyskilden er tidligere omtalt). Bruken

av hver av disse anordningene er nok en annen måte å endre prøvelyskarakteristikken slik at responsen til prøvefluidet (for forskjellige måleteknikker) kan frembringes og derpå evalueres.

I noen tilfeller kan lysintensiteten som sendes fra en emitter variere over tiden. Dette kan påvirke resultatene til prøveanalysene, spesielt dersom andre emittere og detektorer ikke har en identisk drift. Selv for LED vil en ha en gradvis minskning i utgangssignalet over levetiden. Temperaturen til fluidet kan påvirke temperaturen til en emitter, detektor, og andre komponenter og føre til variasjoner i avlesninger, selv om det er typisk at den største påvirkningen vil være på utgangsintensiteten til emitteren. På grunn av stabilitetsproblemer har generelt LED vært unngått i analyseanordningen av denne typen (i den kjente teknikk).

For å møte disse problemene kan det gjøres bruk av en form for tilbakekopling (referert til her som «optisk tilbakekopling») for å kompensere for slike drifter og variasjoner. En foretrukket utførelse ville brukt en tilleggskilde-detektor for å måle lysintensiteten direkte ved emitterkilden. Tilbakekopling fra denne detektoren endrer så enten den ene eller begge av inngangsspenningen eller strømmen til emitteren for å sikre at dens utgangsintensitet forblir konstant.

Et alternativ er å bruke informasjon fra kildedetektoren til å variere sensitivitet til detektorene til å tilpasses utgangsintensiteten til kilden. Et annet alternativ er å bruke tilbakekoplingen til å tilveiebringe ytterligere data til å tas hensyn til under påfølgende behandling og evaluering av verdier/signaler som frembringes av detektoren. Kombinasjoner av disse og andre teknikker kan brukes.

Naturen eller typen kildedetektor kan variere. Den kan være tilsvarende eller forskjellige fra andre detektorer som anvendes i apparatet. Det kan oppnås en viss fordel ved å anvende en emitter som er identiske ved den som blir overvåket som kildedetektor. Mange emittere kan tilkoples på en måte som gjør det mulig å få dem til å fungere som en detektor. Det kan oppnås fordel siden en slik detektor vil reagere omtrent tilsvarende til emitteren som respons på fysiske karakteristika slik som temperatur etc. Videre er en LED ofte mindre kostbar enn en fotodiodedetektor (som anvendes i mange utførelser).

Det kan også gjøres fysiske modifikasjoner for å isolere de sensitive komponentene til apparatet fra fysiske påvirkninger slik som temperatur. Montering av komponentene i en masse av materialer som innehar termisk treghet vil hjelpe til i

å forhindre hurtige temperaturendringer. Anordning av varmevekslingsfinne eller utstyr med det omgivende miljø kan hjelp til med å motstå temperaturendringer som skyldes prøve, forutsatt at det omgivende miljøet er relativt stabilt. Anordning av innebygde temperaturavføling for å aktivere oppvarming, eller avkjølingsinnretninger, (for eksempel en Peltier effektanordning) kan anvendes i noen utførelser. Informasjon fra temperatursensorene kan også evalueres som en del av brønnanalysen av behandlings/evalueringsinnretningene.

Termisk isolering av apparatet fra prøven kan anvendes i noen utførelse. Å sørge for et fysisk luftgap mellom celleveggene og apparatet er i en fremgangsmåte. Dobbelt isolerte celler, mulig lufttomt mellom veggene, er en mulighet selv om en dobbelt cellevegg kunne innføre tilleggsrefleksjon og refraksjon. Dersom denne er konstant, kan denne påvirkningen elimineres ved sammenligning med referanseprøvedata oppsamlet med det samme arrangementet.

Andre teknikker og fremgangsmåter kan anvendes i forskjellige utførelser. Mange anvendelser behøver ikke å kreve en høy nøyaktighetsgrad, eller behøver bare å bestemme hurtige eller signifikante endringer i en prøve som overvåkes. I disse anvendelser er det ikke nødvendig med en høy spesifikk grad av nøyaktighet, og enkelt apparatutstyr uten optisk eller annen tilbakekopling kan være tilstrekkelig.

Utgangsresponsen fra detektorsettet vil normalt reflektere eller angi partikkeltilstedeværelse i et prøvefluid. Som nevnt kan imidlertid i noen tilfeller andre komponenter eller fysiske karakteristika til prøvefluidet også påvirke prøvelyssignalene og derfor responsen fra detektorene. I tilfeller som dette kan det brukes mange andre teknikker for å tilveiebringe en sluttverdi fra apparatet som mer integrativt på det samme nivået av partikkeltilstedeværelse i prøvefluidet.

En teknikk som kan være effektiv i visse situasjoner er bruken av et andre referanseprøvesignal for sammenligning. Hvis et slikt tilfelle evalueres forskjellen mellom prøven og referansen for å tilveiebringe sluttutgangsverdien av partikkelbestemmelsen. Slike teknikker er velkjente og vil ikke bli beskrevet detaljert her.

En bør merke seg at arrangementet ovenfor ikke alltid er egnet for alle anvendelser. I noen tilfeller kan det ikke være fysisk mulig eller praktisk å tilveiebringe et duplikatsett av utstyr. I andre tilfeller med overvåkning i ledningsstrømmen kan naturen til den overvåkede fluidprøven endre seg kontinuerlig slik at det

er vanskelig å frembringe en «typisk» referanseprøve. I andre tilfeller kan levetiden til en referanseprøve være relativt kort (for eksempel en mellomreaksjon) og det kan således være lite praktisk å bygge på en referanseprøve.

En annen teknikk som kan håndtere noen av de forutgående problemene er å bygge på oppsamlede data for sammenligning. Disse oppsamlede data kan samles fra flere referanse- og kalibreringsstandarder. Hvor naturen til prøvefluidet forventes å endres, kan det være anordnet tilleggsavfølingsanordning for å bestemme endringer i karakteristika til prøvefluidet (andre endringer enn endring i partikkelkonsentrasjon og tilstedeværelse), slik at apparatet i det påfølgende bestemmer hvilke datasett av lagrede og referanse og kalibreringsstandarder som nærmest er tilpasset de fysiske karakteristika til prøvefluidevalueringen. Det må imidlertid forstås at slike arrangementer mest sannsynlig vil finne anvendelse i vanskelige eller ekstreme tilfeller.

Det må forstås at den foreliggende oppfinnelse kan anvendes for et bredt område av fluider. Noen typiske fluider er nevnt foran, og innbefatter substanser slik som blod, oljer og smøremidler, melk og andre meieriprodukter, fluidisert gass/faststoffstrømmer, blekk, maling og pigmenter etc. I noen av disse situasjonene kan fluidene være opake eller ugjennomsiktige for det valgte prøvelyssignalet, og det kan være nødvendig å anvende et prøvelyssignal med en forskjellig bølgelengde. I noen tilfeller kan det være nødvendig å bevege seg utenfor det infrarøde og inn i det synlige lysområdet av det elektromagnetiske spektrum. Andre områder slik som radiofrekvenser, eller kortere mikrobølge og røntgenstrålebånd kan også anvendes selv om emitter og detektoranordningene kan bli vesentlig mer komplekse, og dette kan påvirke negativt noen av de potensielt realiserbare fordeler ved den foreliggende oppfinnelse slik som enkelthet og lav kostnad. I noen situasjoner kan imidlertid det å anvende prøvesignaler i andre områder av det elektromagnetiske spektrum være å foretrekke, eller langt overlegent, andre tilgjengelige teknikker.

Det er også mulig i noen utførelser at det er en valgmulighet å endre eller variere naturen eller type prøvelyssignal, dette innbefatter frekvens, intensitet etc. Dette kan besørges av tilleggssett av emittere som kan velges enten automatisk, eller av brukere. Bruken av emittere hvis utgangsfrekvens kan varieres, eller som

sender over et område av frekvenser som kan selektivt reflekteres, kan også være mulig. Emitterstyreanordninger som kan endre utgangen fra en emitter kan også anvendes.

Som en ytterligere forbedring i noen utførelser av den foreliggende oppfinnelse, kan det gjøres bruk av varierende prøvelysfrekvenser for skanning/analyse av prøvefluidet. Mens det for substanser slik som melk kan oppnås rimelige resultater med et enkelt frekvens prøvelyssignal, kan skanning av prøven med flere forskjellige frekvenser forbedre resultatene i noen tilfeller. Når partiklene er opake, eller i det minste delvis opake for prøvelyssignaler, vil deres samvirke med forskjellige prøvelyssignalfrekvenser teoretisk være den samme. Interferens fra andre komponenter i prøvefluidet kan i kontrast til dette ha forskjellige effekter på forskjellige frekvenser ved hjelp av en egnet analyse og sammenligning av detektorresponsene ved forskjellige frekvenser kan det frembringes et tydeligere bilde av effekten av nettopp tilstedeværelsen av partikler i detektorutgangssignalet. Det må imidlertid forstås at slike modifikasjoner ikke nødvendigvis vil bli brukt i alle utførelsene, selv m det for noen prøvefluider kan være ønskelig, eller nødvendig, å innlemme slike forbedringer.

I de fleste utførelser av den foreliggende oppfinnelse vil utgangsresponsene fra detektorsettet bli vurdert og evaluert til å gi en verdi som indikerer partikkelkvantiteten i prøven. Denne evaluering vil vanligvis bli utført av en form for behandlingsanordning, vanligvis elektronisk. En slik anordning kan være innbefattet i apparatet selv om bruken av en ekstern behandlingsanordning, slik som en datamaskin, er et annet vanlig scenario.

I de fleste tilfeller vil det være nødvendig å omforme utgangssignalet fra lysdetektorene til en form som er egnet for påfølgende evaluering eller behandling. I mange utførelser vil det bli benyttet en analog til digital konverter for å oppnå den nødvendige omformingen. Det må imidlertid forstås at forskjellige andre teknikker er i stand til å omforme utgangssignalet fra detektorsettet til format med signaler som er egnet for påfølgende evaluering eller bestemmelse ved hjelp av behandlingsinnretninger som kan anvendes.

Påfølgende evaluering av dataene kan skje ved et antall fremgangsmåter. En viss prøving og feiling kan anvendes før det bestemmes hvilken fremgangsmåte som er den beste for å oppnå verdier som er indikative for partikkeltilstede-

værelse i prøvefluidet. For enkel bruk vil imidlertid de fleste utførelsene basere seg på sammenligningen mellom mottatte signaler med oppsamlede eller lagrede data. Disse data kan være verdier som er blitt preprogrammert i et behandlingsapparat (for å forenkle beskrivelsen ved uttrykket «behandlingsparti» bli brukt til å referere til et parti eller apparat som anvendes for å frembringe et sluttresultat fra utgangssignalet fra detektorsettet, eller omformede signaler fra dette) slik at den påfølgende oppsamlingen av «opprinnelige innstillings» data av brukeren ikke behøver å være nødvendig. Disse lagrede data kan omfatte verdier som er typiske for typen prøvefluider som skal analyseres selv om det må forstås at for de fleste utførelsene vil det være gitt muligheter for rutinekalibrering under bruk av referanseprøver for enten å undersøke nøyaktigheten og/eller justere apparatet. Denne informasjon vil ofte bli lagret og kan lagres i EPROM, eller programvarer som kjøres av behandlingspartiet eller behandlingsenheten. Bruken av programvare kan være mer fleksibel idet det gis mulighet for oppdatering av programvare for å endre ytelsen til apparatet.

I et foretrukket valg refereres til kalibreringsdata fra referansestandarder som er lagret i programvaren. Denne informasjonen kan oppdateres når som helst en ny kalibreringskjøring er utført.

I de fleste utførelser anvendes forut bestemte funksjoner som er best egnet for prøvefluidet det gjelder for å hjelpe til ved eventuell sammenligning og bestemmelse av partikkeltilstedeværelse. I en foretrukket utførelse anvendes en lineær regresjonstypeteknikk og formelt blir vanligvis en logaritmisk basert funksjon brukt for å frembringe et rett linjeforhold mellom partikkeltilstedeværelse og detektorrespons. Det må imidlertid forstås at forskjellige detektorkarakteristika (som ikke nødvendigvis er lineære eller logaritmiske) vil ha en innvirkning på en hvilken som helst funksjon som er nødvendig for å tilpasse en respons til en rett linje slik som er nødvendig for lineær regresjon.

Det er tilgjengelig mange matematiske teknikker, og programmer, som automatisk kan modifisere data til å passe på en rett linje, eller som kan velge en egnet ligning for linjen. Bruken av slike eksisterende teknikker er åpenbart, og det er også åpenbart at Fourier-transformering også kan benyttes. Det er ikke nødvendig at dataene passer på en rett linje, bare at det fås frem et mønster som gjør

det mulig å sammenligne nye opphentede data med de eksisterende dataene for å gi en verdi som er indikativ på konsentrasjonen eller den kvantitative tilstedeværelse av partikler i prøvefluidet.

I noen tilfeller kan verdien som leveres av behandlingsdelen være på en tilfeldig skala, selv om den også kan være modifisert til å falle sammen med en eksisterende akseptert skala, eller til og med en brukerdefinert skala, hvor den absolutte prosentdel eller konsentrasjon av partikler i et fluid ikke er nødvendig, slik som i tilfellet hvor brukeren bare trenger å overvåke at partikkeltilstedeværelsen i et prøvefluid ikke faller utenfor forut bestemte grenser, så kan det anvendes en tilfeldig eller meningsløs skala. I andre tilfeller kan behandlingsdelen levere en verdi som er formet til en akseptert skala eller brukervalgte enhetskombinasjoner (for eksempel gram pr liter).

Oppfinnelsen er angitt i de vedføyde patentkrav.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Ytterligere aspekter ved foreliggende oppfinnelse vil bli tydeliggjort av den følgende beskrivelse som er gitt bare som et eksempel, og med henvisning til de medfølgende tegninger, i hvilke:

Fig. 1 viser skjematiske sideriss av noen utførelser av emitter og detektorarrangementer i henhold til den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 2 er et skjematisk sideriss av en mulig utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 3 viser skjematisk en utførelse av en celle og mulig bølgeallokering for en utførelse som måler ved forskjellige lysfrekvenser;

Fig. 4 viser skjematisk et system av komponenter i en utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 5-7 viser noen kurver over prøvedata fra kalibrerings- og testforsøk, utført ved bruk av en utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 6 er et planskjematisk riss av utførelsen på figur 5;

Fig. 7 er et sideskjematisk riss av utførelsen på figurene 5 og 6;

Fig. 8 viser skjematisk i adskilt perspektiv en tynncellet utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 9 viser skjematisk utførelsen på figur 8;

Fig. 10 viser skjematisk i adskilt perspektiv en gjennomstrømsutførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Fig. 11 viser skjematisk i et sedetverrsnitt utførelsen på figur 10;

Fig. 12 viser detekteringsdelen på figur 11 forstørret;

Fig. 13 viser skjematisk et topplan av delen vist på figur 12;

Fig. 14 viser skjematisk et sidetverrsnitt av en testrøraksepterende utførelse av den foreliggende oppfinnelse; og

Fig.15 viser utførelsen på figur 14 i skjematisk planriss.

BESTE UTFØRELSER AV OPPFINNELSEN

I henhold til en utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt et apparat (generelt angitt med pilen 1) for kvantitativ partikkelbestemmelse i fluidet, hvilket apparat omfatter:

- et emittersett bestående av en eller flere lysemittere 2 som gir ett eller flere prøvelyssignaler (generelt indikert med pil 3,5);
- et detektorsett bestående av en eller flere lysdetektorer 4 som er sensitive for lyset fra prøvelyssignalet(ne) 3,5;
- og arrangementet er karakterisert ved at prøvelyssignalene fra en flerhet av prøvelyssignalbaner 3,5 mellom emittersettene (1) og detektorsettene (4) mottas av detektorsettet under analyse av en prøve;
- detektoren (4) gir utgangsverdier som kan evalueres av behandlingsinnretninger (6) for å gi en verdi som indikerer partikkelinnholdet i fluidet (7).

Eksempel 1a

Figur 1 illustrerer et bestemt arrangement som er beskrevet tidligere. Her er det flere lysemittere 2, hvorav en gir et vesentlig transmittert signal 5 til en lysdetektor 4, og en som gir et vesentlig reflektert signal 3 til nevnte lysdetektor 4.

Eksempel 1b

Figur 1b illustrerer et annet arrangement, som også er beskrevet tidligere, som omfatter en enkelt emitter 2 hvis utgangsprøvelyssignal 3, 5 mottas av en

flerhet av detektorer, hvorav i det minste en er anordnet for å avskjære det utsendte lyssignal 5, og i det minste en er anordnet til å detektere det reflekterte lyssignal.

De transmitterte lyssignalene behøver ikke å være direkte som illustrert på figurene 1 og 2. Det er mulig at detektoren 4 kan være forskjøvet i forhold til emitteren 2, hvilket vil gi den effekt at banelengden økes. Det er også mulig å tilveiebringe flere detektorer 4 med forskjellige banelengder fra den tilordnede emitter 2. Det er også mulig at en flerhet av emittere (av hvilke bare en er i drift av gangen) kan være anordnet for å tillate de forskjellige detektorene hver å motta suksessive signaler (fra hver emitter) som har forskjellige transmisjonsbanelengder og/eller vinkler.

Det er vanlig at den transmitterte banelengden 5 er relativt liten. I en utførelse for å måle melk og meieriprøver er avstanden over cellen omtrent 0,5 mm. Denne kan imidlertid endres i samsvar med prøvefluidets karakteristika og emitterne og detektorene. I utførelsene kan det anvendes et prøverør eller en ampulle.

Mens det generelt foretrekkes at prøvefluidet er stasjonært, tolereres bevegelse av fluidene i de fleste utførelser. Det må forstås at fluidhastigheter på opptil 0,5 meter pr sekund ms^{-1} kan tolereres. Høyere hastigheter kan også i noen tilfeller tolereres. Hovedproblemet med fluidbevegelse er at egenskapene kan endre seg over tid, dersom naturen til eller selve fluidet endrer seg. For eksempel kan luftlommer, konsentrasjonsgradienter, turbulens etc. ha en påvirkning på avlesningene. En mulig løsning er å anvende pulsede eller ikke-kontinuerlige avlesninger slik at hvert dataoppsamlingssett omfatter en serie av hurtigbilder som på effektiv måte «fryser» et bevegelig fluid. For slike utførelser kan relativt høye fluidstrømningshastigheter tolereres. Slike stroboskoplignende teknikker kan også anvendes hvor kjemiske reaksjoner overvåkes og hvor det er hurtige eller signifikante endringer over en kort tidsperiode.

Eksempel 1c

Figur 1c illustrerer en mulig praktisk utførelse av den foreliggende oppfinnelse. Her er det en hovedfluidledning 8 hvorfra det trekkes en kontinuerlig prøve via en forbikoplingsledning. Det kan være anordnet hindringer i ledningen for å senke hastigheten i fluidstrømmen, i det minste i prøveanalyseringspartiet 10 som

inneholder emitter og detektorsettene. Utgangssignalet fra detektorene 4 blir transportert til en A/D konverter hvis utgående signal så mottas av behandlingsdelen 6.

Eksempel 1d

Med henvisning til figurene 2 til 4 blir lys 15, 16 med forskjellige bølgelengder (i det infrarøde området) og i forskjellige vinkler fra serier av emittere (11, 12) detektert av en optoelektronisk fotocelle 13 etter at dette lyset har forplantet seg gjennom prøven 14, eller blir reflektert fra prøven. Lyset blir målt på den motsatte siden for å måle primær absorpsjon såvel som fra den samme siden av fotocellen for å måle primær refleksjon i prøven.

Signalet fra fotodetektoren 13 blir forsterket 20 og sendt videre til en A/D konverter 21. Signalet er av en pulset natur siden lyskildene blir utløst i sekvens under styring fra mikroprosesser 22 slik at mikroprosessoren kan arbeide ut fra hvilken lyskilde signalene kommer. Hastigheten til prøvetakingen og oppløsningen av lys setter en grense for hastigheten til fluidstrømmen gjennom cellen. Hovedmengden av fluidet kan bevege seg i hastigheter på opptil 50 cm pr sekund eller til og med mer, siden cellen bare tar fatt i en liten del av prøven som forplanter seg med en mye lavere hastighet (for arrangementet på figur 1c).

Informasjonen som nå er tilgjengelig for mikroprosessoren 22 blir sendt videre til en verts PC 23 gjennom ett bussystem (toveis). PCen mottar informasjonen og foretar de nødvendige beregninger og sammenligninger ved hjelp av en lokal database og sender resultatet tilbake til mikroprosessoren 22. Mikroprosessoren presenterer nå denne informasjonen på en fremviser som er montert på prøveutstyret.

Eksempel 2 - DATAHÅNDTERING

Eksempel 2a

Dataene kan behandles på en rekke forskjellige måter. Noen typiske eksempler er beskrevet generelt i de forutgående avsnittene av beskrivelsen. Et bestemt eksempel som kan implementeres er som følger:

Nr	Prot.	Fett	60	40	20	0	20	40	60		Fett	Prot.	
1	4.04	5.28	372	443	215	390	352	305	77		5.28	4.04	
2	4.45	6.27	361	433	208	375	338	290	72		6.27	4.45	
3	4,17	5.59	376	449	217	392	355	306	76		5.59	4.17	
4	3,92	5.42	376	450	217	394	356	307	77		5.42	3.92	
5	4.32	5.98	383	457	220	398	362	314	79		5.98	4.32	
6	4,54	6.34	366	438	211	381	343	294	74		6.34	4.54	
7	4,38	6.39	363	435	210	377	340	290	72		6.39	4.38	
8	3,74	5.44	383	456	222	401	364	316	78		5.44	3.74	
9	4.64	5.67	366	437	212	379	342	293	74		5.67	4.64	
10	3.93	5.35	372	444	214	386	350	301	76		5.35	3.93	
11	4.18	5.85	367	436	210	380	344	295	74		5.85	4.18	
12	4	5.49	382	452	219	400	364	316	80		549	4	
13	4,56	6.71	352	422	204	65	328	280	72		6.71	4.56	
14	3.89	5.31	381	451	219	398	361	313	79		5.31	3.89	
15	4.39	6.25	355	424	204	366	329	281	71		6.25	4.39	
16	5.14	7.75	342	410	197	352	315	266	66		7.75	5.14	
17	5.34	8	341	410	197	350	313	265	67		8	5.34	
18	4.49	5.17	386	456	221	402	365	317	81		5.17	4.49	
19	4.76	7.27	369	439	213	386	349	299	76		7.27	4.76	
20	3.93	5.44	378	446	216	392	355	306	77		5.44	3.93	
21	4.62	6.54	367	433	208	377	341	292	74		6.54	4.62	regresjon
22	3.96	7.73	361	427	206	371	335	287	71		5.73	3.96	
23	4.41	5.94	367	431	208	376	340	290	73		5.94	4.41	
24	3.76	5.04	382	447	216	393	357	309	78		5.04	3.76	
25	3.85	5.3	389	455	221	403	366	318	80		5.3	3.85	
26	3.93	5.45	389	452	218	400	364	314	79		5.45	3.93	
27	4.37	5.59	381	446	2216	392	365	306	78		5.59	4.37	
28	4.06	5.62	371	435	210	379	343	294	75		5.62	4.06	
29	5.02	7.8	343	408	196	350	313	265	67		7.8	5.02	
30	4.86	7.39	346	410	196	351	313	264	67		7.39	4.86	
31	5.11	7.19	359	422	203	368	330	280	71		.19	5.11	
32	4.2	5.89	363	423	203	369	334	287	72		5.89	4.2	
33	4.47	6.14	352	414	199	356	319	272	69		6.14	4.47	
34	4.22	6	358	421	202	363	326	278	71		6	4.22	
35	5.2	7.03	359	422	203	365	328	279	71		7.03	5.2	
36	5.2	7.59	350	417	200	360	322	274	67		7.59	5.2	
37	5.16	7.91	342	406	195	348	311	263	65		7.91	5.16	
38	4.33	6.28	346	409	196	351	314	266	66		6.28	4.33	
39	6.44	9.01	333	396	189	335	298	251	62		9.01	6.44	
40	3.92	5.27	378	440	211	386	349	299	74		5.27	3.92	
41	4.34	5.68	373	435	210	381	344	294	76		5.68	4.34	
42	4.24	5.62	362	422	200	386	364	291	72		5.62	4.24	
43	4.22	5.62	364	425	205	370	333	284	74		5.62	4.22	
44	4.28	5.45	369	431	207	376	339	289	75		5.45	4.28	
45	4.37	5.82	363	424	203	370	332	283	74		5.82	4.37	
46	4.35	6.01	361	421	202	365	329	280	74		6.01	4.35	
47	4.33	5.47	369	429	206	375	337	268	75		5.47	4.33	
48	3.84	5.13	389	449	217	369	359	329	83		5.13	3.84	
49	4.31	5.73	377	439	212	386	349	299	79		5.73	4.31	
50	5.27	7.42	346	407	195	350	313	266	70		7.42	5.27	

Regresjons-statistikk		proteiner					
		Variansanalyse					
Multippel R	0.791571		df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
R kvadrat	0.626585	Regresjon	7	8.32371	1.189101	10.06791	2.56E-07
Justert R	0.564349	Rest	42	4.96054	0.118108		
Standardavvik	0.343669	Totalt	49	13.28425			
Observasjon	50						
	Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%	
Skjæring	13.45706	3.581796	3.757071	0.000458	6.228704	20.68542	
x1	-0.03174	0.020854	-1.52188	0.134467	-0.07382	0.010348	
x2	0.004916	0.051169	0.09607	0.923857	-0.09835	0.108179	
x3	-0.01804	0.087539	-0.20611	0.837558	-0.1947	0.158618	
x4	0.046398	0.075203	0.61696	0.540117	-0.10537	0.198164	
x5	-0.0368	0.047914	-0.76796	0.446197	-0.13349	0.059898	
x6	-0.00454	0.019881	-0.22848	0.820225	-0.04466	0.035579	
x7	0.007708	0.04608	0.167282	0.867637	-0.08528	0.100701	
n-statistikk	Fett						
		Variansanalyse					
Multippel R	0.863849		df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
R kvadrat	0.746236	Regresjon	7	31.21069	4.4867	17.644	1.15E-10
Justert R	0.703942	Rest	42	10.61347	0.252702		
Standardavvik	0.502695	Totalt	49	41.82416			
Observasjon	50						
	Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%	
Skjæring	26.63764	5.239202	5.084293	5.79E-06	16.0645	37.21078	
x1	-0.07971	0.030504	-2.61313	0.011881	-0.14127	-0.01815	
x2	-0.01325	0.074846	-0.17707	0.860185	-0.1643	0.137793	
x3	0.002873	0.128045	0.022436	0.982191	-0.25553	0.261279	
x4	0.097821	0.110002	0.889263	0.378207	-0.12417	0.319815	
x5	-0.07874	0.070085	-1.12355	0.26668	-0.22018	0.062694	
x6	0.025556	0.02908	0.878811	0.383793	-0.03313	0.084242	
x7	-0.05041	0.067402	-0.74785	0.458122	-0.18643	0.085616	
42	3.69%	0.850718					
35	4.37%	0.956384					
30	1.29%	0.996797					
25	3.88%	0.894907					
22	2.90%	0.958661					
Alle	7,16%	0.863849					

Regresjons-statistikk		Variansanalyse					
			df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
Multippel R	0.850718	Regresjon	7	1.225702	0.1751	0.74844	0.677522
R kvadrat	0.723722	Rest	2	0.467908	0.233954		
Justert R	-0.24325	Totalt	9	1.69361			
Standardavvik	0.483688						
Observasjon	10						
		Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%
	Skjæring	-12.4148	34.10755	-0.36399	0.724269	-159.168	134.3382
	x1	0.178219	0.816792	0.218194	0.832145	-3.33616	3.692596
	x2	0.149033	0.427439	0.348665	0.735358	-1.69009	1.988155
	x3	-0.06005	0.45407	-0.13224	0.897701	-2.01375	1.893658
	x4	0.148766	0.382993	0.388429	0.706727	-1.49912	1.796655
	x5	-0.57092	0.677014	-0.8433	0.420909	-3.48488	2.342033
	x6	0.335008	0.310678	0.724249	0.487312	-1.11173	1.561748
	x7	-0.35622	0.525343	-0.67807	0.514782	-2.61659	1.904152
Regresjons-statistikk		Variansanalyse			35		
			df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
Multippel R	0.956384	Regresjon	7	9.104119	1.300588	3.062657	0.268142
R kvadrat	0.914671	Rest	2	0.849321	0.4246		
Justert R	0.616018	Totalt	9	9.95344			
Standardavvik	0.65166						
Observasjon	10						
		Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%
	Skjæring	-12.0689	70.83227	-0.17039	0.868475	-316.836	292.6989
	x1	-0.3767	0.492808	-0.7644	0.464199	-2.49708	1.743681
	x2	0.3234021	0.803534	0.29124	0.777469	-3.22331	3.691353
	x3	-0.19314	1.358684	-0.14215	0.890092	-6.03909	5.652811
	x4	0.546261	1.505394	0.362869	0.725079	-5.93093	7.023455
	x5	0.014886	1.278153	0.011647	0.990962	-5,47457	5.51434
	x6	-0.38582	0.479663	-0.80435	0.441924	-244964	1.678009
	x7	-0.05336	0.525545	-0.10153	0.921356	-2.3146	2.20788
Regresjons-statistikk		Variansanalyse			30		
			df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
Multippel R	0.996797	Regresjon	7	7.502514	1.071788	44.39321	0.022204
R kvadrat	0.993605	Rest	2	0.048286	0.024143		
Justert R	0.971223	Totalt	9	7.5508			
Standardavvik	0.15538						
Observasjon	10						
		Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%
	Skjæring	70.35572	17.56148	4.006253	0.003081	-5.20528	145.9167
	x1	-0.27178	0.079898	-3.40153	0.997854	-0.61555	0.071999
	x2	-0.25385	0.132902	-1.91007	0.088451	-0.82569	0.31798
	x3	-0.52072	0.121766	-4,27638	0.002061	-1.04464	0.003199
	x4	0.807338	0.129986	6.21095	0.000157	0.248052	1.366624
	x5	-0.16915	0.121916	-1.38746	0.198692	-0.69372	0.35541
	x6	-0.13001	0.10778	-1.20623	0.258478	-0.59376	0.333734
	x7	0.613654	0.126007	4.870019	0.000883	0.071491	1.155817

Regresjons-statistikk		Variansanalyse			25		
			df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
Multippel R	0.894907	Regresjon	7	9.17039	1.310056	1.14902	0.54033
R kvadrat	0.800859	Rest	2	2.2803	1.14015		
Justert R	0.103866	Totalt	9	11.45069			
Standardavvik	1.067778						
Observasjon	10						
		Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%
	Skjæring	30.2866	41.21162	0.734904	0.481107	-147.033	207.606
	x1	-0.3509	0.498777	-0.71192	0.494554	-2.50115	1.790976
	x2	0.389841	0.894871	0.435639	0.67336	-3.46048	4.240162
	x3	-0.61763	1.519435	-0.40649	0.693881	-7.15524	5.919974
	x4	-0.25678	1.232546	-0.20833	0.839609	-5.56	5.046445
	x5	0.906962	1.689096	0.536951	0.60432	-6.36084	8.17456
	x6	-0.55137	0.725325	-0.75912	0.467197	-3.67649	2.573759
	x7	0.207375	0.662645	0.312951	0.761448	-2.64376	3.058506
Regresjonsstatistikk		Variansanalyse					
			df	Kvadratsum	Middelkvadrat	F	Signifikans F
Multippel R	0.958661		7	3.155078	0.450725	3.242951	0.25586
R kvadrat	0.919031		2	0.277972	0.138986		
Justert R	0.635637		9	3.43305			
Standardavvik	0.372808						
Observasjon	10						
		Koeffisienter	Standardavvik	t-statistikk	P-verdi	Nedre 95%	Øvre 95%
	Skjæring	32.17584	18.52941	1.736474	0.116495	-47.5498	111.9015
	x1	-0.31515	0.211498	-1.49006	0.170395	-1.22515	0.594859
	x2	0.052115	0.351606	0.14822	0.885437	-1.46073	1.564956
	x3	0.127434	0.311164	0.409541	0.691718	-1.2114	1.466264
	x4	0.068553	0.26027	0.26339	0.798181	-1.0513	1.188407
	x5	-0.03034	0.141157	-0.21494	0.834605	-0.63769	0.57701
	x6	0.022677	0.041903	0.541182	0.601519	-0.15762	0.202971
	x7	0.250415	0.216929	1.154362	0.278082	-068269	1.183787

Fremgangsmåten er basert på å måle intensiteten til det spredte lyset under forskjellige vinkler I(θ) i den infrarøde delen av spekteret med bølgelengder 740 til 1200 nanometer. Etterpå gjøres bruk av den multiple regresjonslikningen

$$FAT = \sum \alpha_i I(\theta) + \alpha_o$$

med regresjonskoeffisientene α_i beregnet preliminært vil vi få et estimat av fettverdien. Fra figur 5 kan det sees at verdiene som er beregnet ved bruk av regresjonsligningen ovenfor sammenlignet med uavhengig målte fettverdier stemmer godt med hverandre. I disse preliminære målingene brukte vi bare en bølgelengde. Våre beregninger viser at feilen på 8% observeres over fettområdet [4, 8] og en feil på 6% observeres i området [4, 6.5]. Dette kan forklares ved at lysintensiteten til det spredte lyset er litt avhengig av fettinnholdet i området [6.5, 8] (se figur 6). Bruken av sett av dioder med forskjellige bølgelengder vil forbedre nøyaktigheten ved detektering av fettinnholdet. Tilstedeværelsen av flere data for de forskjellige vinklene (spesielt vinkelen er 90°) (for eksempel 70° og 110°, selv om 90° ± 60° kan være et aksepterbart område for mange utførelser)) vil gjøre nøyaktigheten i estimatet bedre.

I bruk må det forstås at de fleste utførelser kan forsynes med datakarakteristika til fluidprøvene som skal måles. Det er imidlertid sannsynlig at det må kjøres kalibreringer før det kan utføres nøyaktige bestemmelseskjøringer. Disse kalibreringskjøringene vil vanligvis bli utført til å begynne med, og rutinemessig deretter for å undersøke nøyaktigheten i avlesningene mot drift og endrede parametere. Slike kalibreringskjøringer behøver ikke å utføres av sluttbrukeren, men av servicepersonell ved rutineinspeksjoner.

Det følger nå en detaljert beskrivelse av en bestemt utførelse som er utprøvd av oppfinneren. Denne beskrivelse er bare som et eksempel og er ikke ment å begrense rammen for oppfinnelsen.

Eksempel 2b - Kalibreringsprosedyre

Prinsippet for virkemåten beror på en matematisk beregning ved hjelp av en fremgangsmåte for multippel regresjon av statistiske data. Det er derfor nødvendig å kalibrere cellen mot en eller flere kjente pilotfluider eller kjente refe-

ranse/testfluider. Dette fluid er vanligvis en testet melkeprøve for melkanalyse. Testing kan også selvfølgelig utføres etterpå.

Nøyaktigheten kan beregnes av programvare, selv om nøyaktigheten og reproduserbarheten i stor grad er bestemt av stabiliteten til den valgte utførelse av utstyret. For eksempel kan en endring av temperaturen påvirke avlesningen og en gradvis forurensning på overflaten til glassveggene av cellen. Det kan også påvirke nøyaktigheten i avlesningen.

Det anbefales ukentlig kalibrering, og som en alternativ fremgangsmåte kan rapporten fra meieriet vedrørende fettinnholdet anvendes som en daglig førsteundersøkelse. Denne kan til en viss grad kalibrere individuelle maskiner i totalsystemet. Etter hver melkeprøve utarbeider programvaren hver dag en angivelse av fettinnholdet.

Eksempel 2c - Tolking av dataene

I den første samlingen av prøver ble bare e50 prøver kjørt gjennom en målecelle.

Av kurvene for rådata fett/protein kan det sees sammen de syv gruppene av data, disse er det utgående som er resultatet av spredningen fra de syv LED i prototypen.

Fra observasjonene kan vi se at avlesningene ikke er likt spredt over hele området og at avlesningene er relativt høye sammenlignet med gjennomsnittsmelk. Grunnen for dette er at prøvene ble oppsamlet i meieriforsyningsfarmer på New Zealand i den sene høstperioden like før hele budskapet ble uttørket, såvel som populariteten til Jersey-kuer. Melkefettavlesninger så høye som 9 %, eller til og med mer, var blitt observert (ikke i dette sett av data).

Det er en tydelig trend i hver gruppe at det er en nedoverhelning mot høyre. Helningen eller fallet i dataene betyr at korrelasjonsfaktoren er relativt høy og at det således sannsynligvis kan forventes et mer nøyaktig estimat. I motsetning til dette er det i noen grupper datapunkter et signifikant avvik fra denne generelle helningen. Dette betyr at informasjonen som vi får ut fra denne lyskilden under disse omstendighetene bidrar litt mindre til det angitte punktet enn dataene som

følger trenden med generell helning. Disse punktene gir oss generelt annen informasjon om faststoffer i melken enn fettet alene. Dette er en av grunnene til at jeg har brukt mer enn en lyskilde til observasjon

Etter behandling av alle datapunktene med en multippel regresjonsfremgangsmåte, får vi korrelasjonsfaktoren og avskjæringen eller den frie faktoren i summeringen av formelen for å frembringe datapunktene vi ønsker å beregne.

Resultatet av den angitte verdi kan frembringes med multiplikasjon av hver individuell avlesning (rådata) med dens egen regresjonskoeffisientfaktor og addisjon av avskjæringen. Dette resultatet vil nært passe til de målte fettavlesningene. Innenfor grensene gitt av den relative feil i andre fremgangsmåter (kjemisk eller kalibrert infrarødt).

Linjeopptegningene av både fett og protein (for eksempel figur 7) indikerer det gode forholdet mellom angitte eller predikert og de målte protein og fettavlesningene. I denne prøven ble det nådd en total relativ nøyaktighet på omtrent 5%. Forholdene som disse avlesningene ble tat under, var imidlertid langt fra ideelle. Temperaturavhengigheten (se andre resultateter) ble det ikke tatt hensyn til. Avlesningene ble foretatt ved omtrent romtemperatur (vi målte aldri den temperaturen).

Senere arbeid indikerte at en økning av temperaturen til omtrent 35°C resulterte i mye bedre korrelasjon, med en relativ nøyaktighet bedre enn 2%.

I samsvar med våre temperaturobservasjoner ble de beste resultatene oppnådd mellom 30 til 40° etter oppvarming av prøvene i omtrent 20 minutter i et termostatisk styrt vannbad. Heldigvis ville en vanligvis bare håndtere melk som kommer direkte fra kua og som allerede har denne kroppstemperaturen, og fettglobulene/partiklene ville ikke være oppløst under optimale forhold, hvilket gjør målingene mer nøyaktige.

Vi utførte våre observasjoner i grupper på 10 prøver med omtrent 5° intervall i temperaturen. Temperaturavhengigheten er åpenbar, men ideelt sett behøver vi ikke arbeide mer i dette området. Av testresultatene kan du se at feilen rundt 30° bare er 1,29%. Alle disse resultatene ble oppnådd uten at mange forbedringer av den fysiske utformingen av testcellen ble foreslått. Det er klart for oss at det til og med bedre resultater kan oppnås dersom en bruker noe mer tid på finjustering av denne fremgangsmåten.

Eksempel 3a

Figur 8 illustrerer en ytterligere utførelse av den foreliggende oppfinnelse. Apparatet består av to deler 30a og 30b som tilsammen danner en celle (generelt angitt med pilen 31) mellom seg. Cellen omfatter et front 32 og bakre 33 optisk vindu med en mellomliggende teflonpakning 34. Pakningen 34 skiller vinduene 32, 34 og definerer tykkelsen til prøvecellen. Åpninger 35 i frontvinduet 32 gjør det mulig for strømningen av melk eller andre prøvefluider gjennom innløps- og utløpskanaler 36, 37 i delen 30b.

I den bakre delen av halvdelen 30a er det flere åpninger 38 inn i hvilke de utgående fra lysemitterne (ikke vist) kan rettes. For LED 38a kan disse være posisjonert direkte i åpningen 38. Det er også tilveiebrakt noen tilleggsåpninger og fronthalvdelen som etter valg kan anvendes for tilleggsemittere (for eksempel 39a (igjen ikke vist på figur 8)). I utformingen på figur 1 vil disse emitterne primært være for å få frem en reflektansrespons fra apparatet.

En detektor 40 som omfatter en fotodiode er anordnet i fronthalvdelen 30b, hovedsakelig som vist. Denne er forbundet med en A/D konverter eller en annen behandlingsinnretning for å evaluere responsen.

Figur 9 representerer et alternativt riss av utførelsen på figur 8. Det er å merke seg at utførelsen på figurene 8 og 9 umiddelbart kan modifiseres til å akseptere en prøveampulle isteden for å anvende den illustrerte prøvecellen 31. Dette vil bety at det tilveiebringes en sentral åpning av sylindrisk form for å oppta ampullen. Det vil være nødvendig å utføre noen modifikasjoner på delene 30a og 30b, typisk innbefattende forskyvning av detektoren ytterligere tilbake i delen 30b. Det kan også være nødvendig å justere lederne 38 for de optiske banene, slik at de konvergerer vesentlig mot den omplasserte detektoren 40. Dette behøver imidlertid nødvendigvis ikke å bli utført siden optiske baner som ikke konvergerer på detektoren 40 fremdeles vil gi et signal som kan spres og dispergeres av partikler i fluidet, og i en avlesning på detektoren 40. I slike tilfeller behøver det ikke å være nødvendig å tilveiebringe reflektanssignalbaner 39.

Eksempel 4

Figurene 10 til 13 illustrerer en ytterligere foretrukket utførelse av den foreliggende oppfinnelse. Denne utførelse er egnet for å analysere en kontinuerlig strøm av prøvematerialet, selv om den også kan tilpasses til å oppta en prøvecelle eller ampulle. Utførelsen er også egent for å analysere et bredt område av prøver, innbefattende melk, oljer og smøremidler, partikkeltilstedeværelse i gasser, blod og biologiske fluider etc.

Det er anordnet et legeme 50 som omfatter en sentral ordning gjennom hvilken et glass eller silisiumrør 51 holdes på plass. Hver ende av prøverøret 51 er tilkoplet en prøvestrømningsledning (52a, 52b ved rør). Emittere 54 og detektorer 55 er anordnet inne i legemet 50. Arrangementet av emitterne 54 (den omfatter IR-emitterende LED) og detektoren 55 (som omfatter en fotodiode) fremgår tydelig på figurene 12 og 13.

For å forbedre stabiliteten til apparatet er legemet 50 en blokk av materialet som normalt har en lav til medium termisk konduktivitet og en rimelig masse. Plastmaterialer med høy tetthet er et foretrukket valg. I tillegg er det anordnet et gap mellom prøverøret 51 og legemet 50, såvel som kretskortene som befinner seg på begge ender av samme, og de festede komponentene for å tilveiebringe termisk isolasjon fra prøverøret 51.

LED er anordnet på en tredimensjonal rekke. Dette sees trolig best på figurene 12 og 13. Det er fire sett av emitterende LED (hver tilordnet med en detekterings-LED for tilbakekoplingsformål, se nedenfor) som tilveiebringer en flerhet av forskjellige baner gjennom prøvefluidet for påfølgende detektering av fotodiodedetektoren 55. To LED (54) i hvert sett blir pulset og en avlesning blir foretatt av detektoren 55 for dette bestemte settet. Dersom det er ønskelig, kan hver individuell emitter-LED snarere enn par, også bli pulset individuelt for å tilveiebringe mer data for påfølgende analyse.

Det er også å merke seg at andre arrangementer av LED kan brukes. En variasjon av denne utførelsen (ikke vist) er det tilveiebrakt en flerhet av hovedsakelig plane rekker av LED som i hovedsak er fordelt som i arrangementet vist på figur 13. Hvert plane sett av LED blir koplet til sin detektor 55, og avlesningene blir gjennomsnittsberegnet for påfølgende analyse eller det tilveiebringes separate data for påfølgende analyse.

I de forskjellige variasjoner av denne og andre utførelser kan fiberoptikk anvendes for å styre lys fra en emitter til ett eller flere punkter. Dette kan redusere antallet emittere, tilordnede grenser, og mulige problemer som skyldes forskjellig stabilitet.

For ytterligere å forbedre stabiliteten er det anordnet en ytterligere LED 60 for hver emitter LED 54. Disse tilleggs LED 60 er av samme type som emitter LED 54, men er utformet til å virke som detektorer snarere enn emittere. Disse tilleggs LED 60 er koplet til kretsen for å veksle spenningen og/eller strømmer til emitter LED for å sikre at deres utgangssignaler forblir konstante og upåvirkede av variabler slik som tid, temperatur etc. Andre fremgangsmåter for å anvende denne optiske tilbakekoplingen er beskrevet tidligere og kan brukes i variasjoner av denne utførelse, og andre utførelser av den foreliggende oppfinnelse.

Videre kan et varmeelement 61 være termisk koplet til legemet 50 for å hjelpe til i å holde dette på en konstant temperatur. I dette tilfellet ville det være ønskelig at legemet 50 innehar noe termisk konduktivitet, men en vurdering er at det ikke bør være så mye konduktivitet at hurtige endringer i prøven umiddelbart transmitteres og forårsaker hurtige fluktuasjoner i temperaturen til legemet 50. Dette kan håndteres ved å tilveiebringe varmespoler rundt blokken av legemet 50 eller varmeelementer anordnet rundt dette. Det er typisk å styre slike varmeanordninger 61 ved hjelp av en eller flere temperatursensorer 62. Det kan også være anordnet kjøleanordninger (Peltiereffektanordninger er et sannsynlig valg).

Vanligvis blir så hele sammenstillingen inneholdt i et midtre hus 63 som beskytter de indre komponentene. Skiver og O-ringer 64 kan anvendes for å avtette enheten.

Utgangssignalet fra detektoren 55 blir så matet til eksternt behandlingsutstyr. Det kan bli omformet til en digital form av en A/D konverter, som kan være innbefattet i den illustrerte avfølingsanordningen på figurene 12 til 14. Det kan så analyseres som tidligere forklart i tidligere eksempler og beskrivelse av oppfinnelsen.

Eksempel 4b

Utførelsen på figurene 10 til 15 vil generelt bli innført i en posisjon hvori den er i stand til å overvåke prøvefluidet. Før analyse kan begynne, må det frembrin-

ges et område av kalibreringsdata for sammenligning og påfølgende evaluering. Dette blir vanligvis gjort ved å frembringe et sett av referanseprøver som blir analysert av apparatet. Verdiene fra detektoren blir så registrert og forskjellige matematisk transformasjoner utført for å konvertere detektorverdier for ukjente prøver til en indikasjon på partikkelinnhold i den prøven.

For å oppnå den høyeste grad av nøyaktighet, kan det være fordelaktig å sikre at referanseprøvene blir analysert under tilsvarende forhold som en normal fluidprøve. Dette vil ofte bety tilsvarende fysiske karakteristika, slik som den samme temperaturen, den samme typen prøvecelle, og hvor det er mulig den samme strømningshastigheten. Det kan imidlertid være vanskelig å generere denne strømningen for en referanseprøve, og i mange utførelser vil den pulsede naturen til emitterne kunne gi hovedsakelig stasjonære øyeblikksbilder av prøven som på hensiktsmessig måte kan sammenlignes med referanseprøvedataene for de fleste anvendelser av den foreliggende oppfinnelsen.

I praksis kan hver avfølingsanordning bli kalibrert når den forlater fabrikken og et bestemt sett av data innstilles for påfølgende evaluering av evalueringsinnretningene når denne sensoren blir brukt. I tillegg kan kalibrering utføres rutinemessig for å kompensere for enhver drift fra fabrikkinnstillingene, eller endringer i forholdene som prøvene blir målt under (dersom de skiller seg fra forholdene hvorved de opprinnelige fabrikkdataene ble frembrakt).

For en prøve slik som melk er det funnet at en rekke forskjellige elementer kan måles. For eksempel kan fettinnhold, proteininnhold, somatisk celletelling, såvel som laktoseinnholdet bli bestemt. For kalibrering er generelt 50 prøver frembrakt hvis innhold av hvert av de foregående elementer eller komponenter (eller en hvilken som helst annen komponent som skal analyseres) er kjent. Referanseprøver kan gjøres spesielt, selv om bruken av melkeprøver som tidligere er blitt analysert, kan anvendes. Dataene fra de femti prøvene blir så samlet og korrelasjonen mellom detektorutgangsverdiene og de kjente innholdene av hver komponent blir utført. I de fleste tilfeller kan det frembringes en god korrelasjon, men dette avhenger av at den riktige fremgangsmåten for korrelasjon velges, for eksempel lineær regresjon, Fourier-transformasjon (når denne passer) etc.

Den matematiske transformasjonen som er nødvendig for å omforme en detektorverdi til en indikasjon på et bestemt partikkelinnhold, blir så registrert for fremtidig bruk ved denne referanseprøven.

Tilsvarende teknikker vil bli brukt for andre typer fluider. For substanser slik som smøremidler ville det normalt ikke være mulig å differensiere mellom forskjellige typer metallpartikler som er til stede i smøremiddelet, men en indikasjon på metallinnholdet i motsetning til noe som kan være karboninnhold vil typisk nok være mulig. Tilstedeværelsen av andre forurensninger som ikke er totalt oppløst i hovedsmøremiddelfasen (for eksempel vann) kan ofte også bestemmes.

Tilsvarende vil det for mange biologiske prøver være en rekke forskjellige substanser suspendert, eller på annen måte til stede i en ikke oppløst form, i fluidet. Ganske ofte har forskjellige partikler forskjellige absorpsjons og refleksjonsmønstre, hvilke kan utskilles ved bruk av den foreliggende oppfinnelsen.

Eksempel 4c

Figurene 14 og 15 illustrerer en alternativ utførelse av den foreliggende oppfinnelse rettet mot bruk av ampuller. Analyse av blodprodukter er en anvendelse. Utførelsen omfatter et legeme 50 som har en sentral åpning hvori en ampulle 70 kan innføres. En plan rekke av emittere 71 er anordnet, men andre arrangementer (se for eksempel tidligere eksempler) kan også brukes.

Lyssignaler blir reflektert av detektor 72 som er tilkoplet de valgte evaluerings/behandlingsinnretninger. Det kan være hensiktsmessig å montere anordningen på et kretskort 53 som også opplagrer de andre tilordnede komponentene.

Eksempel 4d - Overvåkningsanordning

Utførelseseksemplene beskrevet så langt har fokusert primært på utførelser som gir en verdi som er indikativ for partikkelinnhold. Det kan imidlertid forutses mange anvendelser av den foreliggende oppfinnelse innbefattende bruk som overvåkningsutstyr for å indikere bare når bestemte komponenter har overskredet en forut bestemt verdi. I dette tilfellet behøver ikke behandlings og evalueringsutstyret være så sofistikert. Det er vanlig at sensorer vil bli kalibrert ved tilkopling til normal behandlingsutstyr, og at de bestemte karakteristika til denne sensoren blir registrert på et passende medium (for eksempel en EPROM chip) for å være inn-

befattet i sensoren. Sensoren vil også inneholde noe behandlingsutstyr for å bestemme hvor vidt en detektorrespons overskrider et nivå som overskrider en forut bestemt verdi som er ekvivalent til en grense. For eksempel kan anordningen være innstilt til å indikere når vanninnholdet i et smøremiddel overskrider 0,5%. Anordningen vil være justert slik at overvåkningsdelen vil bli utløst når detektorutgangssignalet overskrider et nivå som er ekvivalent med et 0,5% vannivå. Ved dette punktet kan overvåkningskretsen veksle eller låses til en forskjellig tilstand for å utløse en passende alarm eller besørge en reaksjon på hendelsen.

Det må forstås at mens digital evaluering kanskje er den mest effektive fremgangsmåten for å få til de forskjellige evalueringsprosessene, kan for en enkelt overvåkningsanvendelse, hvor bare en enkelt sammenligning blir utført for å se hvor vidt et detektorutgangssignal overskrider et bestemt nivå eller ei, en enkel analog sammenligningskrets også være tilstrekkelig. Dette kan hjelp til å redusere kostnadene selv om det må forstås at i de fleste tilfellene vil enheten måtte kalibreres og justere eller koplet opp mot annet utstyr, hvilket kan være det fullstendige behandlings- og evalueringsutstyret, slik som tidligere beskrevet i andre eksempler, eller spesialisert utstyr beregnet bare for jobben eller kalibreringssensorer for overvåkningsanvendelser.

Eksempel 4e - Strømningshastigheter

De fleste utførelser av den foreliggende oppfinnelse kan anvendes med lite eller ingen maskinvaremodifikasjon for å bestemme strømningshastigheter. En pulset utførelse, hvor en emitter blir pulset, blir det tatt momentanbilder av prøven i hurtig rekkefølge. Dersom intervallet til momentanbildet er kort nok kan en (i avhengighet av uniformiteten til prøven) merke seg variasjonen mellom kjennetegnene til hvert hurtig momentanbilde av prøven som beveger seg. Disse variasjoner skyldes endring i konsentrasjon, tilstedeværelsen av bobler, partikler og fremmedelementer etc. Dersom et andre (eller tredje etc) momentanbilde blir tatt nedstrøms, kan det foretas sammenligning ved hjelp av behandlingsdelen/programvare for å sammenpasse momentanbildene og derved bestemme tiden det tok å forflytte seg mellom de to detekteringsstedene. Siden avstanden mellom detekteringsstedene er kjent, kan hastighet og derved strømningshastigheten til fluidet bli bestemt.

Ved å kjenne strømningshastigheten, enten den bestemmes på måte beskrevet ovenfor eller ved hjelp av konvensjonelle strømningsmåleteknikker, muliggjøres ytterligere analyse av prøven. Bestemmelse av strømningshastigheten, og derved etablering av et tidsdomene kan være nyttig for analytiske teknikker slik som Fourier-transformasjonsanalyse.

Eksempel 5 - Forskjellige andre endringer

Det kan utføres modifikasjoner på det forskjellige utførelseseksemplene. Innenfor det infrarøde området absorberer visse substanser bølgelengde i varierende grad. I tillegg er det også sannsynlig at deres reflektans vil endres. Sensitiviteten til apparatet ovenfor bestemte substanser, hvorav noen kan være oppløst, kan forbedres ev då innbefatte bruken av lyskilder som produserer et utgående lys ved en bestemt frekvens som en bestemt substans samvirker med. Følgelig kan noen av LED eller andre lyskilder som anvendes produsere lys med bølgelengder i dette området av samvirke. Når det skal lages en høyst sensitiv spesifikk sensor, kan virtuelt alle lyskildene være av denne typen for å øke sensitiviteten og spesialiteten til sensorenheten. For de fleste utførelsene må det imidlertid forstås at det kan være nyttig å innbefatte flere emittere som frembringer forskjellige bølgelengder. Dette gjør det mulig å konsentrere seg om det som finner sted på grunn av samvirket ved en bestemt bølgelengde for elementet av interesse, snarere enn fra samvirker fra elementer som ikke er av interesse i prøven. Dette hjelper til med å analysere forskjellige sammensetninger i en enkelt prøve.

Aspekter ved den foreliggende oppfinnelse er bare beskrevet som eksempler, og det må forstås at modifikasjoner og tillegg kan utføres uten at rammen for oppfinnelsen, slik den er definert i de etterfølgende patentkrav, forlates.

PATENTKRAV

1. Apparat for kvantitativ partikkelbestemmelse i fluider som inneholder partikler, hvilket apparat omfatter:

- et emittersett omfattende én eller flere lysemittere som fungerer som en punktlyskilde og tilveiebringer ett eller flere prøvelyssignaler;
- et detektorsett omfattende en eller flere lysdetektorer som er følsomme for lyset fra lysemitterne,

karakterisert ved at

- detektorsettet er innrettet for å motta prøvelyssignalene via et antall diskrete prøvelyssignalbaner mellom emitter- og detektorsettene under analyse av en prøve, der detektorsettet videre er innrettet for å skille mellom forskjellige prøvelyssignalbaner,
- en signalforbindelse er innrettet for å videreformidle informasjon, mottatt fra detektorsettet, til en prosessor for behandling av én eller flere verdier som angir tilstedeværelsen av partikler i prøvefluidet,
- en tilbakekoplingsdetektor er innrettet for å motta innkommende lys fra én eller flere av emitterene i emittersettet, der tilbakekoplingsdetektoren tilveiebringer en utgangsverdi som anvendes for å kompensere for en eventuell vandring i emitterens utgangsverdi fra en forutbestemt ideell norm, der den kompenserende utgangsverdien er anvendt for:
  - (i) å styre emitterens utgangsverdi, og/eller
  - (ii) å påvirke følsomheten til minst én av lysdetektorene slik at følsomheten til den minst ene lysdetektoren matcher emitterens eller emitterenes lysutgangsverdi, idet
- detektorsettet gir individuelle utgangsverdier for et antall forskjellig prøvelyssignalbaner, der de individuelle utgangsverdier kan evalueres av en prosessor for å tilveiebringe en verdi som er indikativ for partikkelinnholdet i fluidprøven som analyseres.

2. Apparat som angitt i krav 1,

karakterisert ved at detektorsettet er innrettet for å detektere minst ett

sett av spredte eller reflekterte lyssignaler som skyldes reflektansen til partikler som er til stede i fluidet, idet emitterene er anordnet radielt om en krummet prøvecelle.

3. Apparat som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte tilbakekoplingsdetektor er innrettet til å påvirke:

- spenningen og/eller strømmen til den minst ene lysemitter, der nevnte tilbakekoplingsdetektor detekterer direkte innfallende lys fra nevnte minst ene lysemitter for å opprettholde det utgående lyset fra nevnte minst ene lysemitter på et forutbestemt nivå.

4. Apparat som angitt i ett av kravene 1 til 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte prøvelyssignalbaner skiller seg fra hverandre ved:

- en banelengde gjennom fluidprøven blir analysert, og/eller
- en relativ banevinkel gjennom fluidprøven blir analysert.

5. Apparat som angitt i ett av kravene 1 til 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at en lysemitter omfatter en lysemitterende diode (LED).

6. Apparat som angitt i ett av kravene 1 til 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at en lysdetektor omfatter en fotodiode, lysemitterende diode (LED), fototransistor, eller annen optoelektronisk anordning.

7. Apparat som angitt i ett av de forutgående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en prosessor for å frembringe en eller flere verdier som er indikativ for tilstedeværelse av partikler i et prøvefluid.

8. Apparat som angitt i krav 7,
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte prosessor sammenligner verdier frembrakt

av detektorsettet med lagrede kalibreringsreferanseverdier, og sammenligningen frembringer verdier som er indikative for tilstedeværelsen av en eller flere forskjellige typer av partikler i et prøvefluid.

9. Apparat som angitt i et hvilket som helst av kravene 1 til 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at det innbefatter, eller utformet til å innbefatte, en prøvecelle som er i stand til å tillate en kontinuerlig gjennomstrømning av prøvefluid.

10. Fremgangsmåte for kvantitativ bestemmelse av nivåene til én eller flere forskjellige partikler i et fluid,
k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter de trinn å:

- overføre ett eller flere lyssignaler fra én eller flere emittere inn i en fluidprøve, der nevnte ene eller flere emittere fungerer som punktlyskilder,
- detektere lyssignalene fra et antall forskjellige diskrete prøvelyssignalbaner ved hjelp av én eller flere detektorer, der forskjellige diskrete prøvelyssignalbaner skilles fra hverandre,
- gjøre det detekterte utgangssignalet for hver diskrete prøvelyssignalbane tilgjengelig for påfølgende evaluering av en prosessor, der en utgangsverdi innhentes fra en tilbakekoplingsdetektor som er anordnet for å motta innfallende lys fra minst én emitter, idet utgangsverdien anvendes som en korreksjon av vandring av utgangsverdien fra nevnte minst ene emitter ved å
  (i) styre emitterens utgangsverdi, og/eller
  (ii) påvirke følsomheten til minst én av lysdetektorene slik at følsomheten til den minst ene lysdetektoren matcher emitterens eller emitterenes lysutgangsverdi.

11. Fremgangsmåte som angitt i krav 10,
k a r a k t e r i s e r t v e d at de detekterte signalene skiller seg fra hverandre med i det minste ett av det følgende:

- deres banelengde gjennom fluidprøven som blir analysert;
- deres relative banevinkel gjennom fluidprøven som blir analysert;

- utgangsintensiteten til emitteren som produserer nevnte lyssignal;
- forholdet mellom transmittert og reflektert eller spredt lys, og bølgelengde.

12. Fremgangsmåte som angitt i krav 10 eller krav 11,
karakterisert ved at detekterte utgangssignaler blir sammenlignet ved hjelp av enten eller både lineær regresjon og Fourier-transformasjonsanalyse, med lagrede kalibreringsreferanseverdier for å frembringe verdier som er indikative for de kvantitative nivåene til en eller flere forskjellige typer partikler i nevnte fluid.

13. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, 11 eller 12,
karakterisert ved at det innbefatter en fremgangsmåte med optisk tilbakekopling, hvor fremgangsmåten med optisk tilbakekopling omfatter anvendelse av en tilbakekoplingsdetektor hvis utgangssignal tilveiebringer minst en av:
- påvirkning av enten eller både spenning og strøm til i det minste en lysemitter for å opprettholde det utgående lyset på et forut bestemt nivå;
- påvirkning av sensitiviteten til minst en lysdetektor slik at denne passer til lysutbyttet fra minst en lysemitter; og
- tilveiebringelse av et signal som er tilgjengelig for behandlingsinnretninger for bruk til korreksjon når det tilveiebringes en verdi som er indikativ for partikkelinnhold.

14. Fremgangsmåte som angitt i et hvilket som helst av kravene 10 til 13,
karakterisert ved bestemmelse av partikkelnivåer for minst en av:
- melk og andre meieribaserte fluider;
- substanser som inneholder fluidiserte fettpartikler, globuler og suspensjoner;
- blod, plasma, sæd, urin og andre biologiske fluider;
- oljer og smøremidler; og
- blekk, malinger og flytende pigmenter.

15. Fremgangsmåte som angitt i krav 14,
k a r a k t e r i s e r t v e d at når den anvendes på melk og andre meieribaserte fluider, blir fremgangsmåten brukt til å indikere nivåene for i det minste en av følgende: fett, protein, laktose og somatisk celletall.

16. Fremgangsmåte for å bestemme strømningshastigheten til et fluid som strømmer i en kanal fra en første posisjon til en andre nedstrøms posisjon, der avstanden mellom nevnte første og andre posisjon danner en definert avstand,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter de trinn å:

- utføre fremgangsmåten angitt i krav 10 for å tilveiebringe en kvantitativ bestemmelse av et partikkelmengdenivå ved nevnte første posisjon på et gitt starttidspunkt,
- gjenta fremgangsmåten angitt i krav 10 ved nevnte andre posisjon samt registrere et stopptidspunkt når nevnte kvantitative bestemmelse av partikkelmengdenivået i foregående trinn er oppnådd, og
- beregne en forløpt tid mellom nevnte start og stopptidspunkter samt anvende nevnte forløpte tid og nevnte definerte avstand mellom nevnte første og andre posisjon for å bestemme strømningshastigheten.

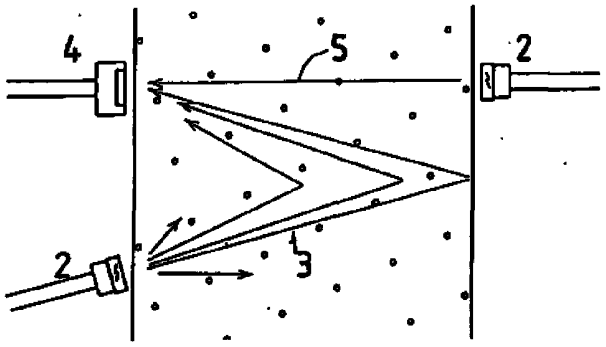


FIG. 1.

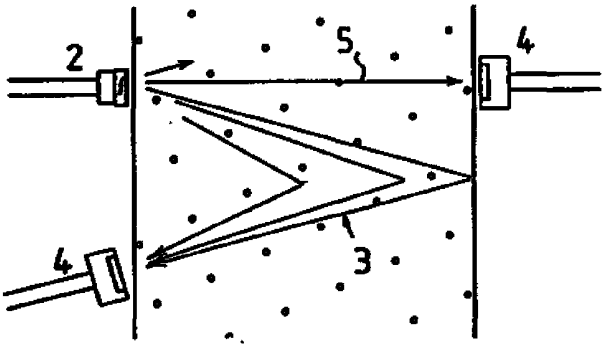


FIG. 1b.

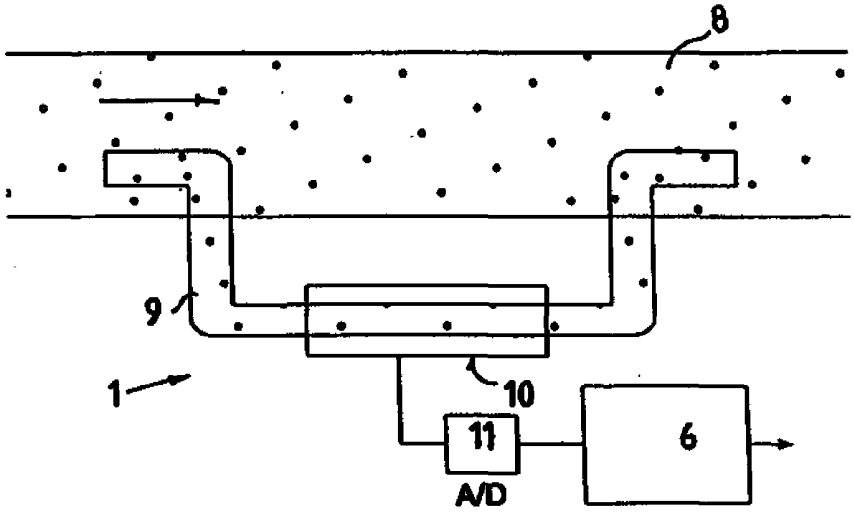


FIG. 1c.

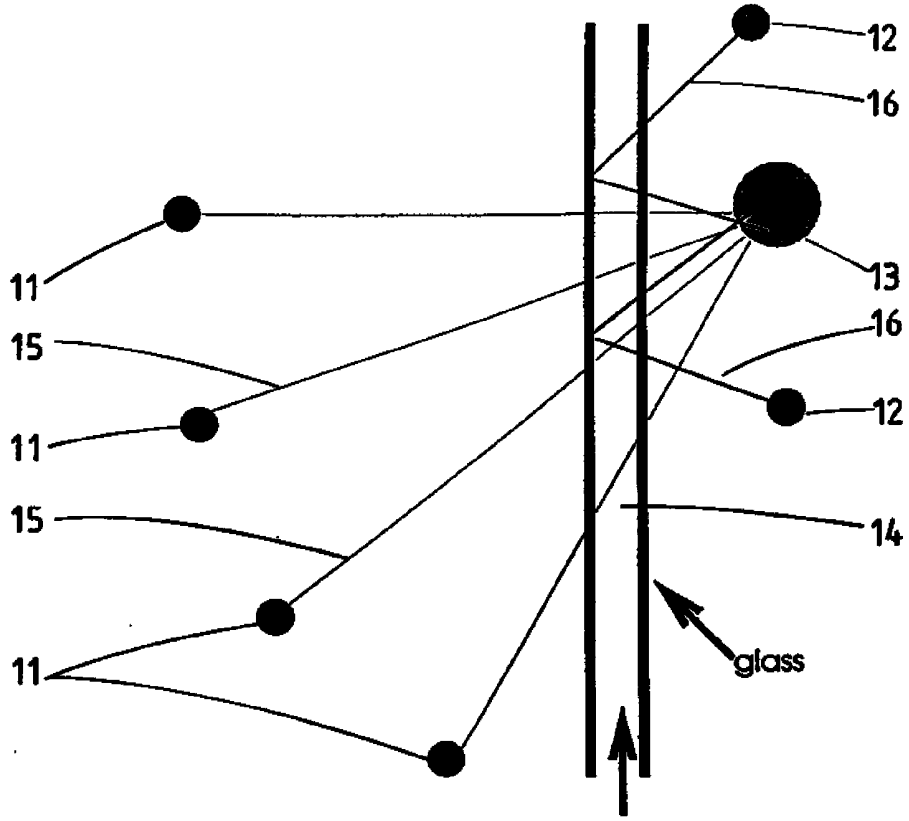

12
16
11
13
15
16
11
12
15
14
11
glass

FIG. 2.

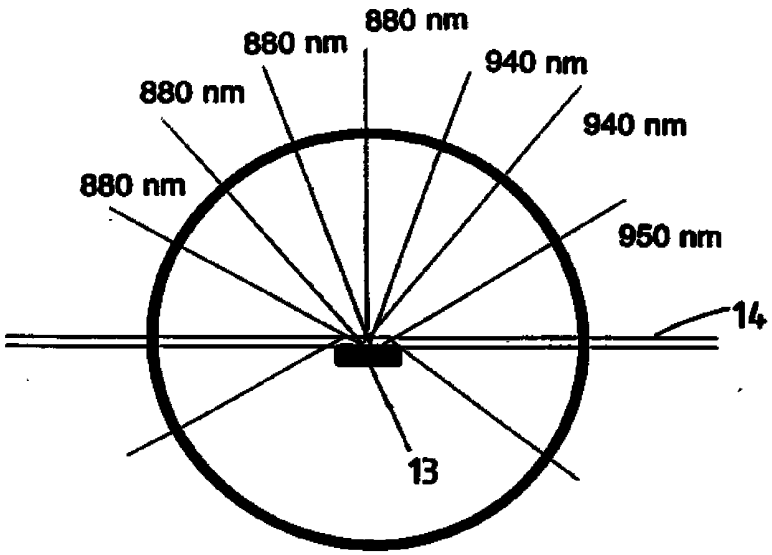

880 nm
880 nm
940 nm
880 nm
940 nm
880 nm
950 nm
14
13

FIG. 3.

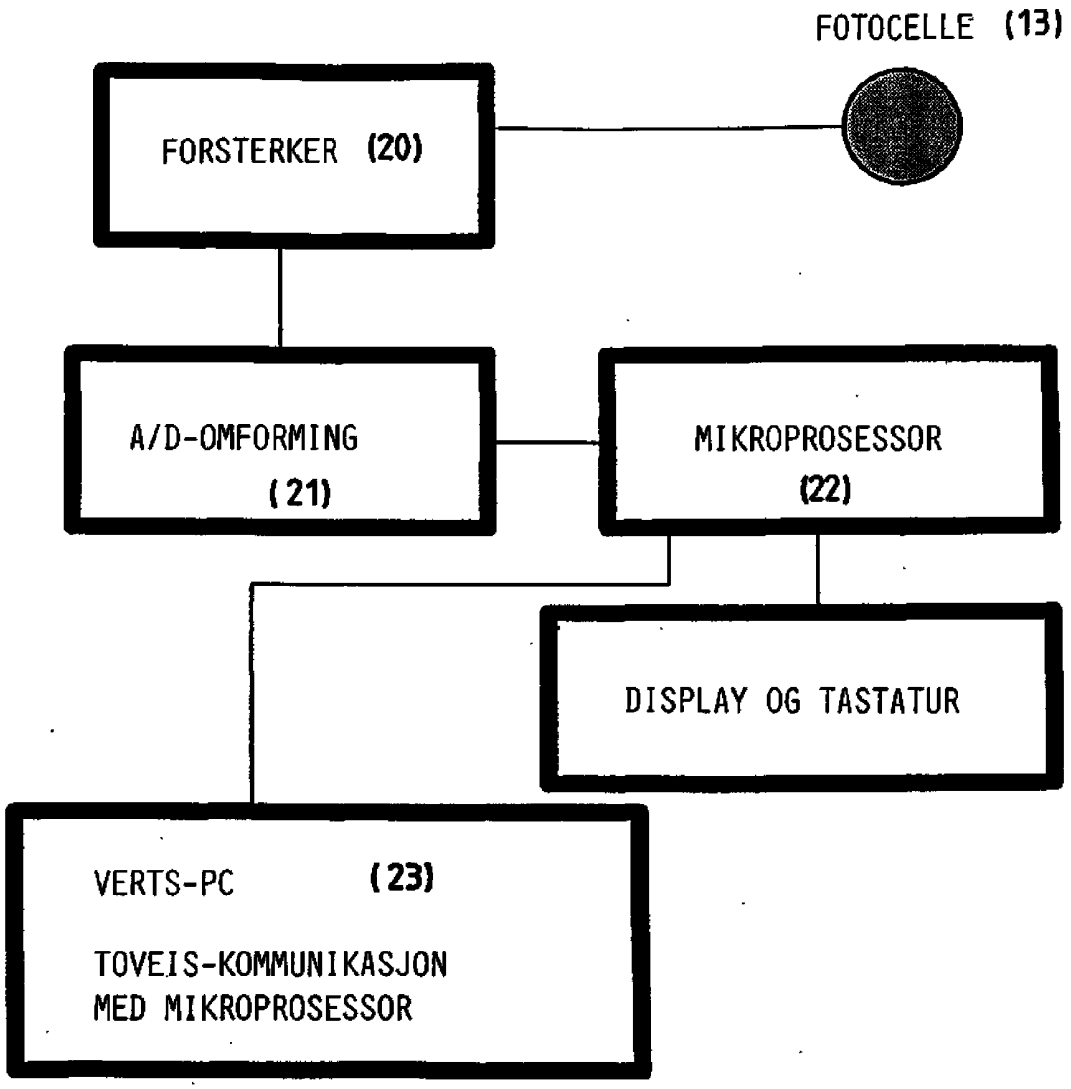

FOTOCELLE (13)
FORSTERKER (20)
A/D-OMFORMING (21)
MIKROPROSESSOR (22)
DISPLAY OG TASTATUR
VERTS-PC (23)
TOVEIS-KOMMUNIKASJON MED MIKROPROSESSOR

FIG.4.

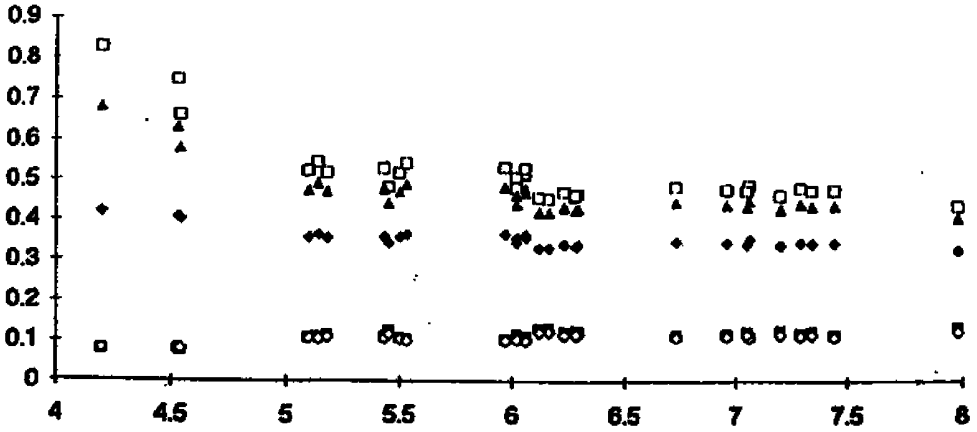


FIG. 5.

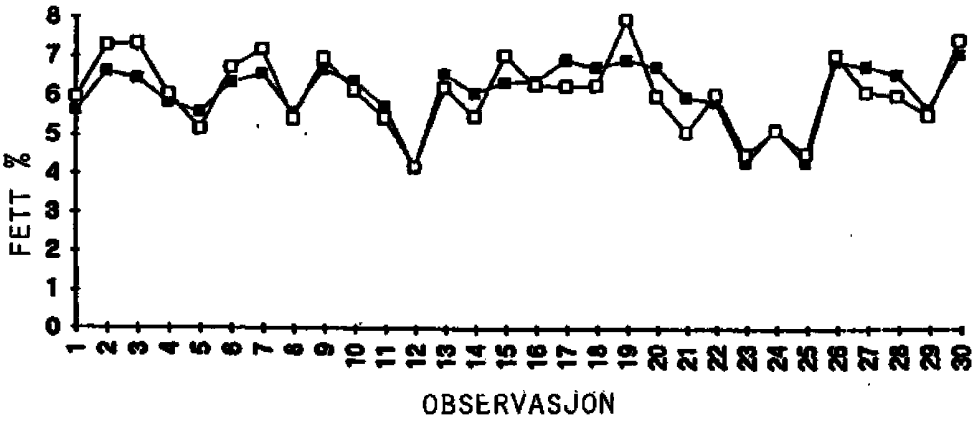


FIG. 6.

PREDIKTERT OG MÅLT INNHOLD AV MELKEFETT

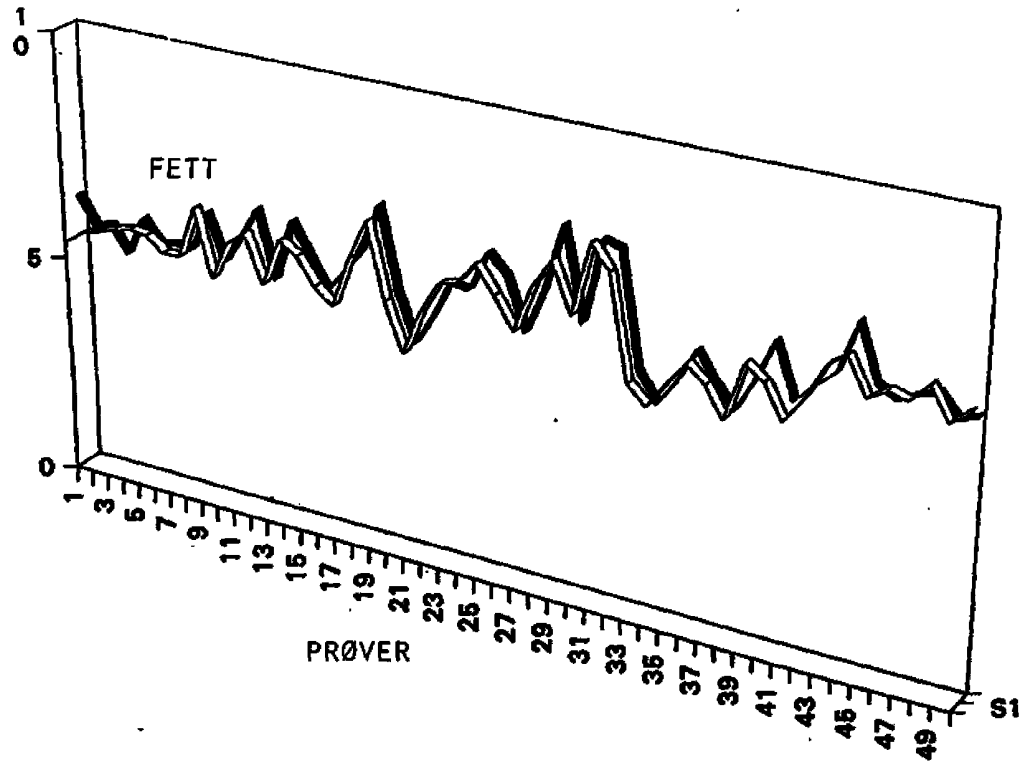


FIG. 7.

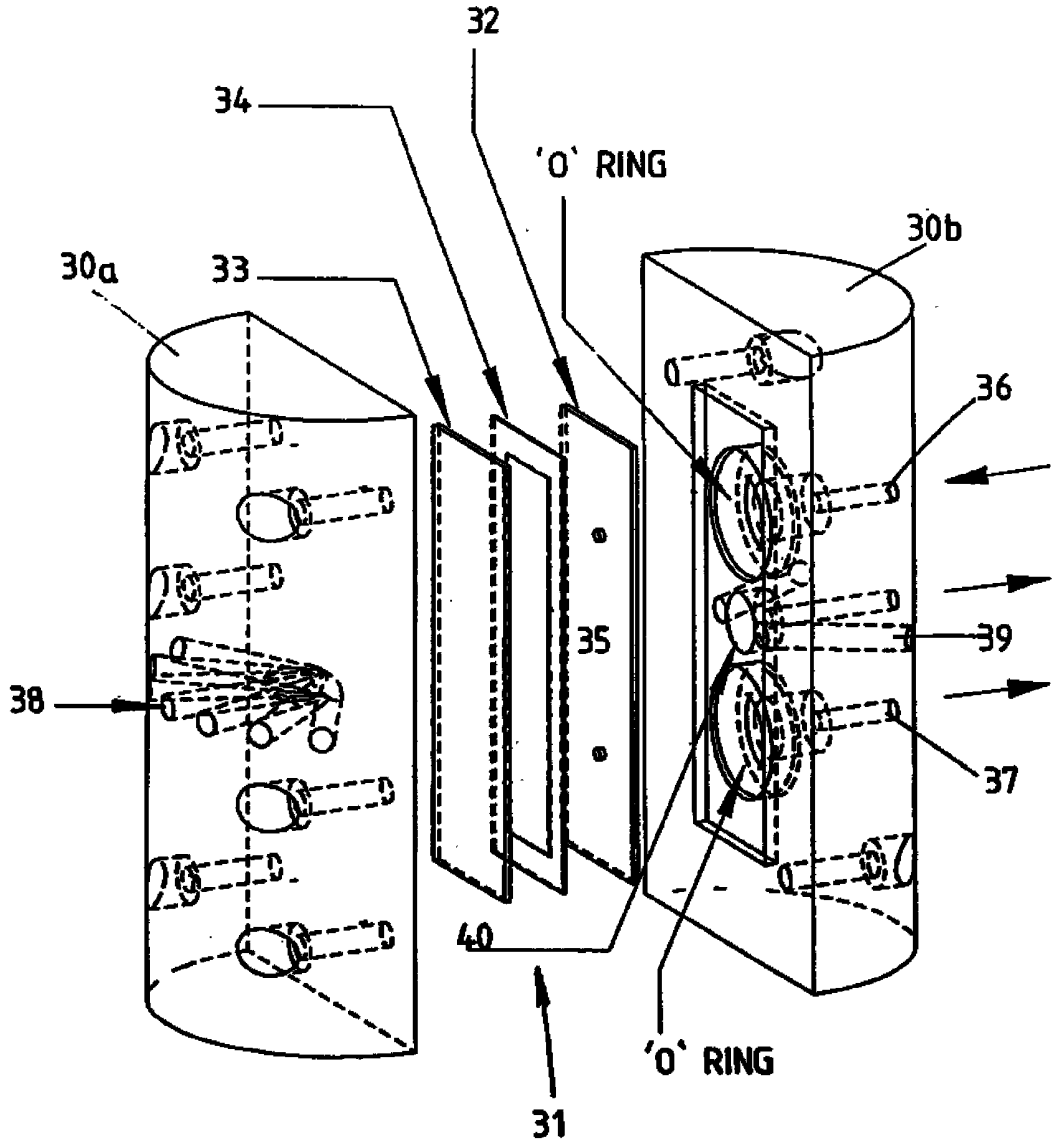


FIG. 8.

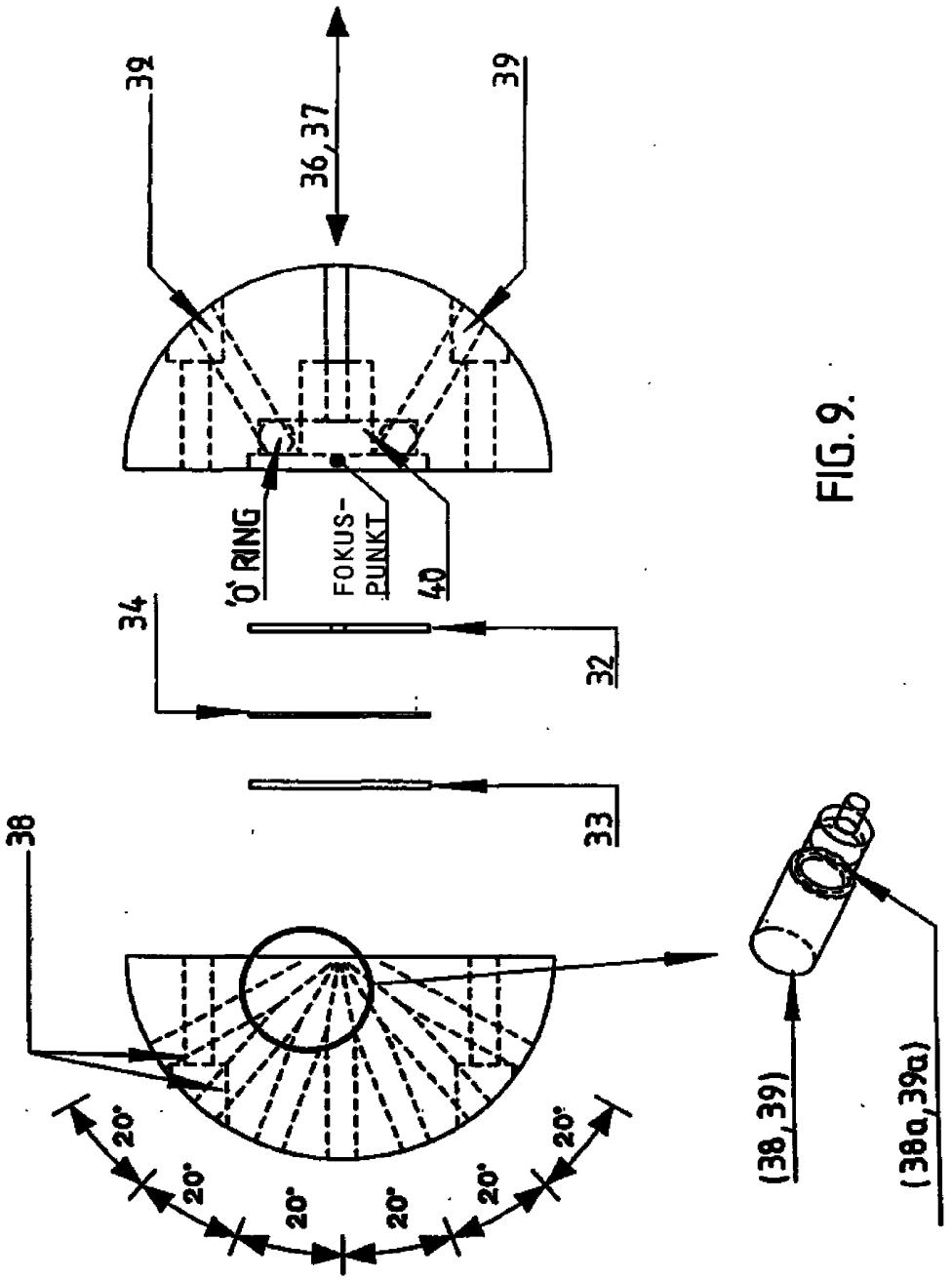

39
36,37
39
'O' RING
FOKUS-
PUNKT
40
34
32
33
38
20°
20°
20°
20°
20°
20°
(38,39)
(38a,39a)

FIG. 9.

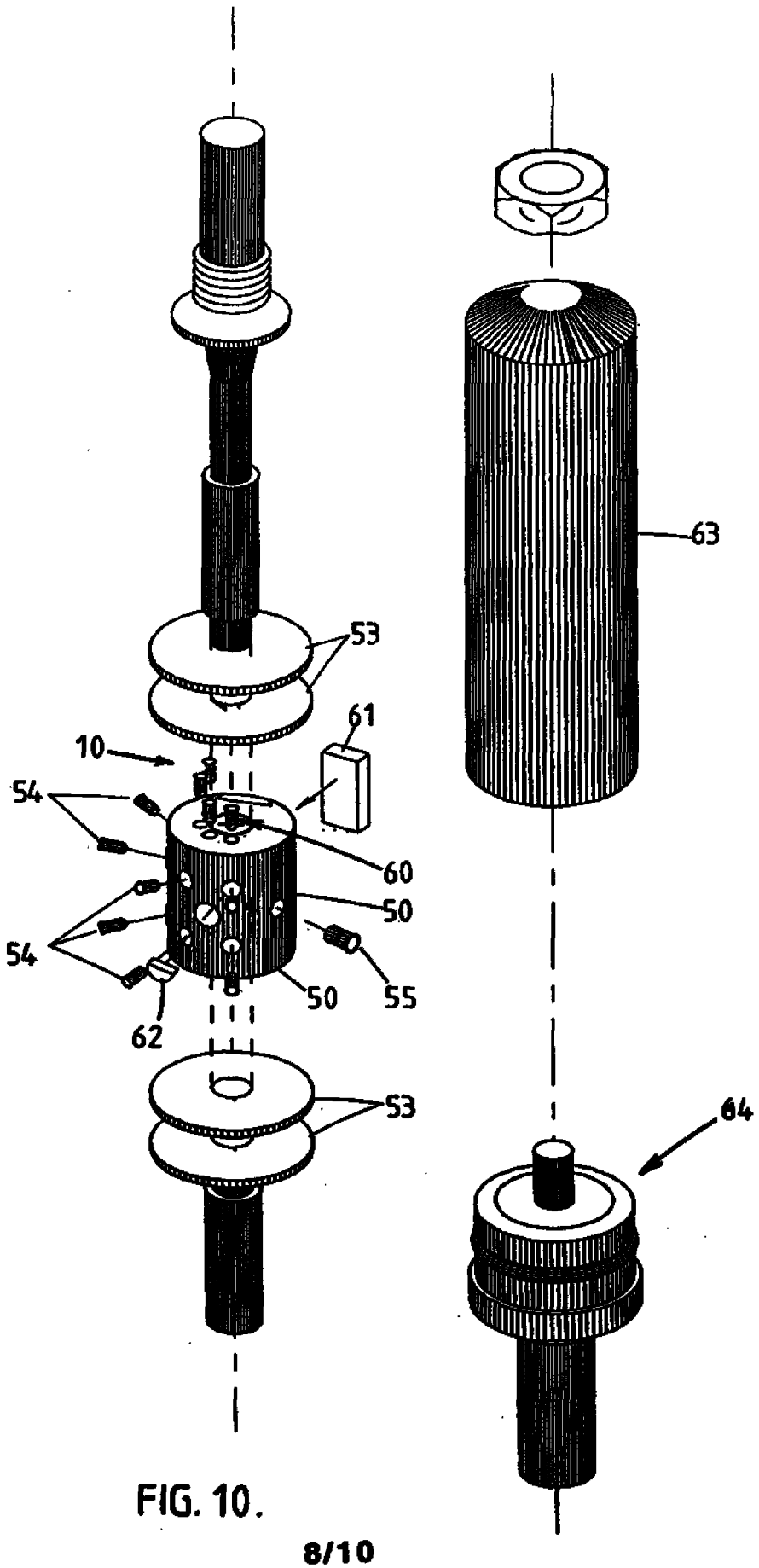


FIG. 10.

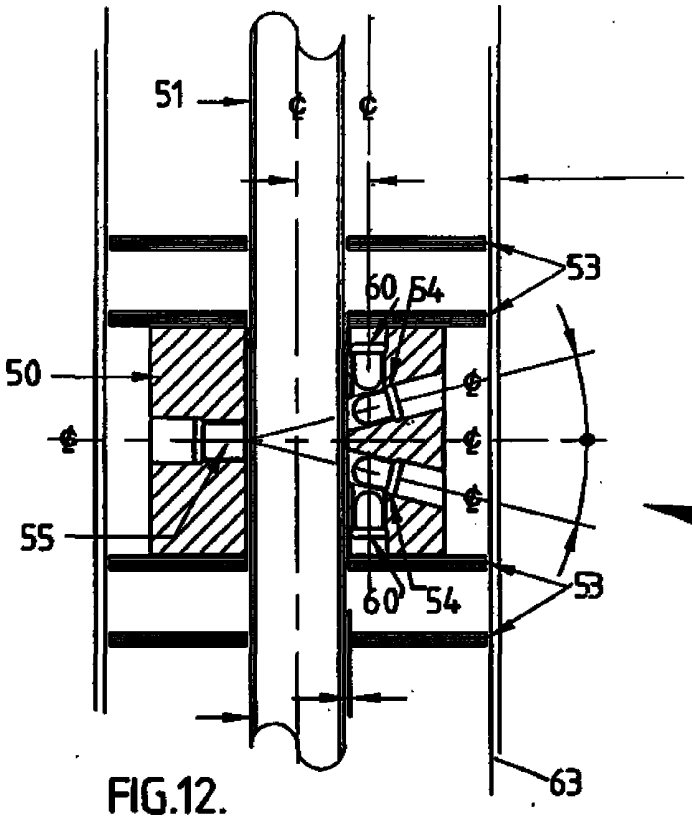


FIG.12.

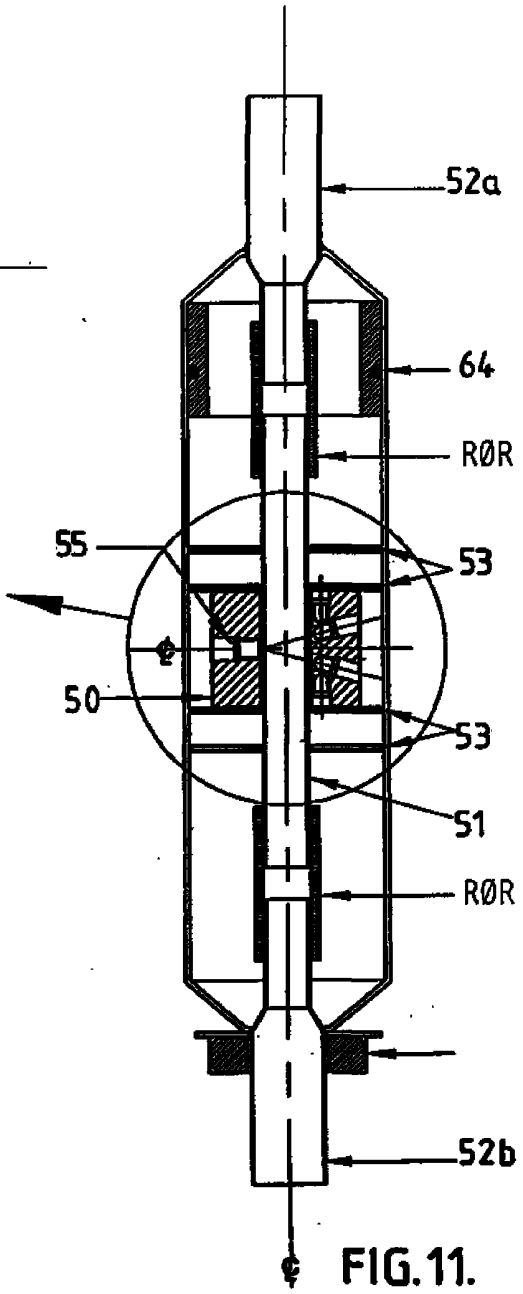


FIG.11.

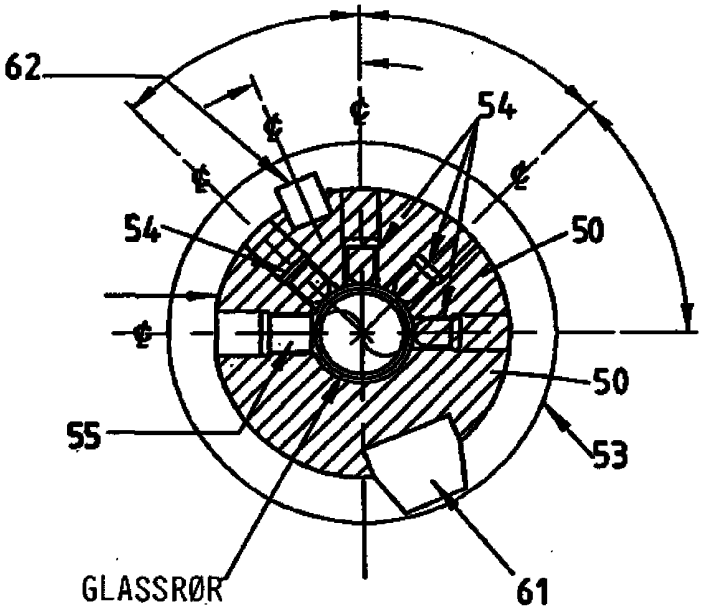


FIG.13.

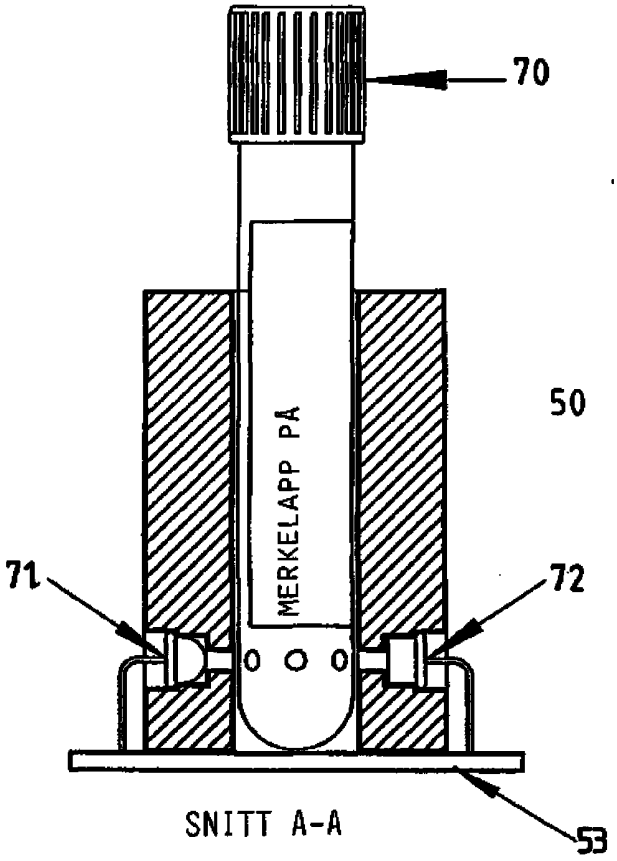


FIG.14.

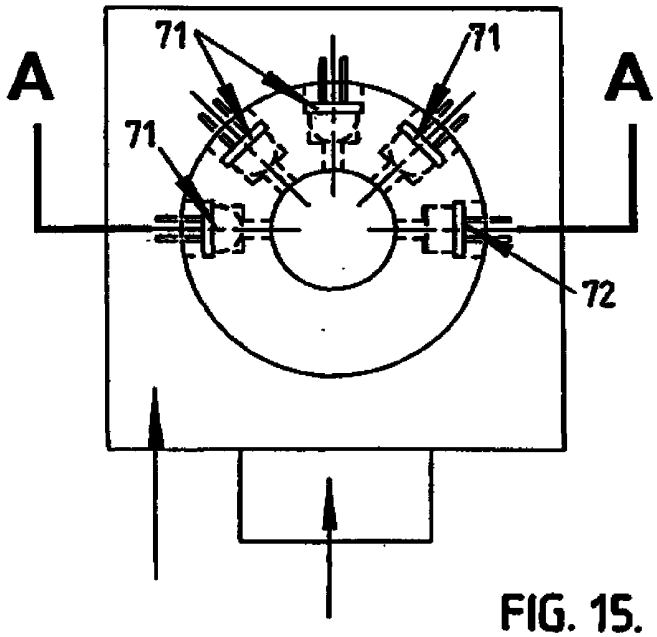


FIG. 15.