

(12) **PATENTSKRIFT**

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl⁶: **G 01 N 33/04 G 01 N 21/09 G 01 N 21/35 G 01 N 33/02**
- (21) Patentansøgning nr: **PA 1996 01221**
- (22) Indleveringsdag: **1996-11-01**
- (24) Løbedag: **1996-11-01**
- (41) Alm. tilgængelig: **1998-05-02**
- (45) Patentets meddelelse bkg. den: **1999-12-20**
- (73) Patenthaver: **Foss Electric A/S, Slangerupgade 69, P.O. Box 260, 3400 Hillerød, Danmark**
- (72) Opfinder: **Andreas Skærlund Frandsen, Parkvej 4, 3550 Slangerup, Danmark**
Søren Christian Pedersen, Brickasvej 21, 3400 Hillerød, Danmark
Carsten Ridder, Højstrupvej 165, 2700 Brønshøj, Danmark
-

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og flowsystem til spektrometri og en kuvette til flowsystemet**

(56) Fremdragne publikationer:

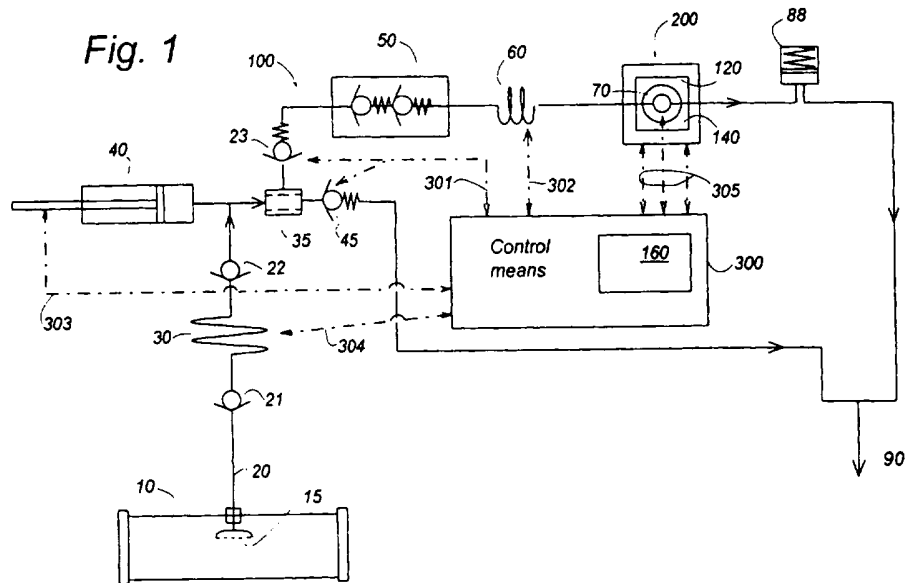
DK A 1972 04990
DK A 1983 04070
WO A 95/07461
GB A 2028498
SE B 404844
US A 4144804
US A 5046854
US A 5137738

(57) Sammendrag:

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde og et flowsystem til at udføre spektrometri til analyse af flydende fødevarer, der muligvis indeholder opløste gasarter, i en proceslinje i et anlæg til behandling af flydende fødevarer, især mælk og mælkeprodukter i et mejeri.

En flydende prøve udtrækkes fra proceslinjen til en målegren, prøven tempereres og ledes til en målekuvette. IR- absorptionsspektret måles, fx i MID- eller NIR-området. For at opnå en on-line overvågning af proceslinjen udtrækkes den flydende fødevareprøve direkte fra proceslinjen ind i målegrenen, hvor der opretholdes et tryk, som er mindst lige så højt som trykket i den tilstødende proceslinje. Det høje tryk sikrer, at opløst luft vil forblive opløst i den flydende fødevare. Mellem hver ny prøve skylles målegrenen og kuvetten med høje strømningshastigheder med en del af den nye prøve for at rense kuvetten. Målekuvetten har stærke vinduer, fortrinsvis diamantvinduer, for at tåle et højt tryk og høje strømningshastigheder.

Fig. 1



Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde og et flowsystem til at udføre spektrometri til analyse af en flydende fødevare, der kan indeholde opløste gasarter, i en proceslinje i et anlæg til behandling af et flydende fødevarer, især mælk og mælkeprodukter i et mejeri, og omfattende følgende trin: 1) at tilvejebringe en prøve af den flydende fødevare fra
5 proceslinjen til en målegren, 2) at termostatere den flydende fødevareprøve, 3) at lede den termostaterede flydende fødevareprøve til en målekuvette, 4) at måle i hvert fald en del af absorptionsspektret for den flydende fødevareprøve i målekuvetten. Opfindelsen angår også en målekuvette til flowsystemet. Den foreliggende opfindelse er særlig velegnet til IR-målinger, fx MID-IR- og/eller NIR-målinger til en bestemmelse af mængderne af bestemte bestanddele af
10 fødevaren.

Den kendte teknik

Fra et Foss Electric on-line måleinstrument MMS 50 kendes en fremgangsmåde og et flowsystem af den ovennævnte art. Der anvendes en åben prøvebeholder til prøveudtagelse.
15 Med den åbne prøvebeholder opnår man en afgangning, før prøven opsuges i måleinstrumentet. Den afgassede mælkeprøve opsuges fra prøvebeholderen og ledes gennem en målegren til en målekuvette. Den spektrometriske måling udføres på mælken i målekuvetten, og derfra ledes den målte mælkeprøve til et spildevandsafløb.

20 I det for tiden anvendte måleinstrument indgår normalt et flowsystem, et IR spektrofotometer og en computer omfattende en PC med harddisk, floppy-disk-drev, monitor/billedskærm og tastatur.

I stedet for den ovennævnte metode ville det være at foretrække at kunne udføre målingen on-line og in-line dvs. løbende og direkte i proceslinjen i procesanlægget, og fortrinsvis på en
25 sådan måde, at det også ville være muligt at lade den målte mælkeprøve vende tilbage til proceslinjen for at undgå spild.

Online måling på mejeriprodukter er også kendt fra US patent nr. 5.137.738. Skriftet viser et procesanlæg, med flere sensorer 19, 49, 51 anbragt direkte i processtrømmen i modsætning til
30 nærværende opfindelses målekuvette. Formålet er især at overvåge og styre indholdet af smørfedt. Lignende anlæg er vist i US 4.144.804. Den nærværende ansøgning adskiller sig blandt andet ved, at der anvendes en målegren med termostatering til at fremføre prøven til en målekuvette.

35 WO offentliggørelsesskrift nr. 95/07461 viser et prøveudtagningssystem til en NIR-analysator. Dette system er udviklet til petrokemiske produkter og er ikke velegnet til fødevarer.

Andre On-line spektralmålinger til bestemmelse af en egenskab ved et produkt kendes, fx fra US PS 5.452.232, der vedrører et carbonhydrid-produkt. GB-A-2 104 681 beskriver et apparat til
40 kontinuerlige undersøgelser af kemiske reaktioner ved infrarød absorption ved brug af et IR

spektrofotometer, der har en gennemløbscelle, gennem hvilken der strømmer en kontinuerlig prøvestrøm, der forgrenes fra reaktionsbeholderen. US PS 4.910.403 beskriver en gennemløbscelle, der anvendes on-line til analyse af smeltet polymer. Gennemløbscellen har diamantvinduer til at lade infrarød stråling i det midterste og fjerneste infrarøde område gennem
5 den smeltede polymer, der strømmer gennem gennemløbscellen.

Måling på mælk direkte i et procesanlæg i et mejeri er et problem på grund af opløst luft, som normalt er til stede i råmælk. Hvis luftbobler frigives og kommer ind i målekuvetten, vil resultatet af målingen selvfølgelig ikke vise en korrekt analyse af mælkeproduktet i sig selv. Et yderligere
10 problem er, at mælk indeholder flere komponenter og specielt fedtkugler kan give anledning til fejl. Ifølge den kendte teknik bør temperaturen af mælkeprøven hæves til ca. 35 - 42 °C, og fortrinsvis homogeniseres for at muliggøre pålidelige, reproducerbare målinger i det infrarøde område i en kuvette. Det er klart, at mælken i procesanlægget i almindelighed holdes på en lav temperatur for at undgå, at mælken ødelægges af uønskede reaktioner, så som bakterievækst.

15 Et yderligere problem er, at tynde lag af mælk har en tendens til at hæfte på kuvettens IR-vinduer. Målingerne kan blive alvorligt forringede på grund af sådanne mælkebelægnings. Derfor behøver en IR-kuvette en regelmæssig grundig rensning. Da kuvettens indvendige mål typisk er ca. 37 µm, er rensning kun mulig ved brug af kraftige rensesvæsker og store skyllehastigheder.
20 skyllehastigheder.

Et in-line og on-line system må være i stand til at måle pålideligt og normalt uden behov for regelmæssige kalibreringer og justeringer. Derfor kræves den yderste stabilitet af komponenterne, især kuvetten og den øvrige dele af det optiske system.

25 Det har derfor hidtil ikke været muligt at udføre den ønskede måleprocedure på mælk i et in-linesystem. Så vidt ansøgerne ved, eksisterer der ikke på markedet noget pålideligt apparat, der er i stand til at udføre nøjagtige og pålidelige in-line bestemmelse af mængderne af komponenterne i råmælk eller i et mælkeprodukt.

30

Resume af opfindelsen

Ifølge opfindelsen omfatter den i indledningen angivne fremgangsmåde 5) at udtrække den flydende fødevarerprøve direkte fra proceslinien og ind i målegrenen, 6) at tilvejebringe og opretholde et tryk, som er mindst lige så højt som trykket i proceslinien, og 7) før hver måling
35 skylle kuvetten med en del af den (senest) udtrukne flydende fødevarerprøve, idet skylningen udføres under et tryk på fra 50 - 200 bar, fortrinsvis fra 90 til 180 bar og helst fra 110 - 150 bar tværs over kuvetten, og 8) at man yderligere har forsynet kuvetten med vinduer af et tryk- og slid-stærkt materiale, der er modstandsdygtigt over for både mekaniske og kemiske påvirkninger, især af den art, som forekommer i mejerier.

Ved fremgangsmåden og flowsystemet ifølge opfindelsen etableres en direkte, mod omgivelserne aflukket, væskeforbindelse via et antal væske-ventiler, en pumpe, et eller flere varmeorganer, og normalt en homogenisator, der indgår i en målegren, der holdes under et tryk, der i hvert fald ikke kan komme ned under, hvad bagtryksventilen er indstillet til. Det er her
 5 meningen, at bagtrykventilen skal sikre, at trykket i kuvetten ikke falder til under trykket i proceslinien. Hensigten med det nye apparat er også at lave en konstruktion, der er langt mere stabil og holdbar end de hidtil kendte, for at dette on-line apparat kan give pålidelige målinger i stort antal, hyppigt og i lang tid uden at kræve næsten lige så hyppige justeringer.

- 10 Den store skyllehastighed skal sikre en grundig fjernelse af den gamle prøve inklusive en rensning af kuvetten. Det høje tryk sikrer, at opløst luft vil forblive opløst i den flydende fødevarer. De tryk- og slidmodstandsdygtige materialer, fortrinsvis diamantvinduer, gør det muligt for kuvetten at tåle et højt tryk og høje strømningshastigheder. Andre vinduesmaterialer kunne brække eller give sig og bevirke, at kuvetten ville udvide sig og derved bevirke, at
 15 transmissionstabet i gennem kuvetten forøges, og dermed påvirke måleresultatet. Følgelig bør trykket i målegrenen fortrinsvis holdes højt, i hvert fald lige så højt som trykket på det sted, hvor prøven tages ud fra proceslinien, og under målinger skal trykket holdes konstant i kuvetten.

Fortrinsvis overskrider trykket i målegrenen trykket i procesanlægget for at sikre at opløst luft
 20 forbliver opløst i den flydende fødevarer. Fremgangsmåden er især egnet til flydende fødevarer, så som råmælk eller behandlet mælk og andre mejeriprodukter.

Fortrinsvis danner målegrenen et lukket system sammen med proceslinien. Det betyder, at målegrenen kun modtager væsker, som strømmer i det procesrør, hvortil målegrenen er
 25 forbundet. Fortrinsvis udføres en regelmæssig (fx daglig) rensning af målegrenen inklusive kuvetten, når mejerianlægget underkastes den regelmæssige rensningsproces og/eller ved skyning af grenen med de samme renseopløsninger, der anvendes til rengøring af mejerianlægget. I en fordelagtig udførelsesform anvendes en eller flere af mejeriets rense- eller skyllevæsker i målegrenen til standardisering og/eller kalibrering baseret på karakteristika i de
 30 målte spektre for rense- eller skyllevæskerne, især karakteristika stammende fra forekomsten af joner, der tilhører gruppen omfattende NO_3^- - joner og PO_4^{3-} - joner.

Fortrinsvis udføres de spektrometriske målinger i det infrarøde spektralområde, fx i MID-IR-området og/eller NIR-området, idet disse områder er særlig velegnede til analyse af mælk.

35

Ved en fordelagtig fremgangsmåde termostateres den flydende fødevarerprøve, mens den holdes indvendig i en enkeltslagspumpes cylinder, hvorved man kan undgå en separat forvarmer. En homogenisator indgår fortrinsvis i målegrenen. En grundig homogenisering er nødvendig for at opnå en repræsentative prøve inde i den meget tynde kuvette. Hvis
 40 målesystemet er placeret ved en position i et mejeri, hvor mælkeproduktet, der passerer

prøveindtaget, altid er passende homogeniseret, kan en yderligere homogenisering undgås, og målegrenen kan oprettes uden homogenisering.

Den foreliggende opfindelse angår også et flowsystem til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1 i et anlæg til behandling af en flydende fødevare indbefattende en målekuvette til spektrometri, især til bestemmelse af mængderne af de kendte komponenter i en flydende fødevare i et anlæg til behandling af den flydende fødevare, såsom mælk og mælkeprodukter i et mejeri, og ifølge opfindelsen er flowsystemet forbundet direkte til anlægget til behandling af en flydende fødevare, og flowsystemet omfatter pumpeorganer og bagtryks-ventilorganer til at opretholde et forudbestemt tryk inde i kuvetten, hvilket tryk er mindst lige så højt som trykket på stedet for målegrenens tilslutning til procesanlægget, og kuvetten har vinduer af et materiale, der er modstandsdygtigt over for tryk og slid, og især overfor mekaniske og kemiske påvirkninger af den art, der forekommer i et mejeri. Målekuvetten har fortrinsvis diamantvinduer, eftersom diamant er en materiale, der er særdeles modstandsdygtig over for slid og tryk.

Den flydende fødevareprøve tages fortrinsvis ud fra proceslinien ved hjælp af en pumpe, der giver en høj strømningshastighed i målegrenen for at spule målegrenen og især kuvetten for at undgå, at der opbygges en belægning af flydende fødevare på kuvettens IR-vinduer. Inde i kuvetten vil strømningshastigheden i hvert fald i en kort periode overskride 10 m/s, fortrinsvis overskride 20 m/s og helst overskride ca. 25-30 m/s. I en foretrukken udførelsesform er pumpen en enkeltslagspumpe. Enkeltslagspumpen er særlig fordelagtig ved, at sugeslaget kan være langsomt for at undgå kavitation under indsugning af en ny prøve, og giver stadig mulighed for et hurtigt pumpeslag for at levere en høj strømningshastighed for prøven, når kuvetten skylles med en ny prøve for at fjerne alle rester af den forrige prøve.

Den nærværende opfindelse angår yderligere en målekuvette til et flowsystem ifølge krav 7, hvor kuvetten omfatter en første og en anden ståldel, og hvor den første ståldel har borehuller til en flydende fødevarestrøm, idet en af ståldelene har en åbning til anbringelse af en optisk detektor, og den anden del har en åbning indrettet til en IR-lysstråle, der kommer fra en IR-lyskilde, idet hver åbning er tæt lukket af en diamantskive, der danner et vindue, og de to ståledele med diamantvinduer er tæt fastgjort til hinanden af fastgørelsesorganer. Dermed fås en stabil slidmodstandsdygtig kuvette. Denne kuvette er velegnet til et flowsystem og målesystem, hvori der kan ses bort fra regelmæssige kalibreringer og justeringer.

Et afstandsstykke er fortrinsvis anbragt mellem diamantvinduerne og langs med randen af målekammeret, for at definere den korrekte afstand (vejlængde) mellem vinduerne så vel som for at understøtte og stabilisere vinduerne, når kammeret skylles og fyldes med den flydende fødevare.

Opfindelsens anvendelighed

Den forbedrede fremgangsmåde og målecellen til denne fremgangsmåde er beregnet til brug i flydende fødevarerbehandlingsanlæg og især mejerier. I den følgende beskrivelse indbefatter udtrykket mælk råmælk og deraf afledte fødevarer og kan indbefatte andre former for flydende fødevarer.

Fordele der opnås ved opfindelsen:

Målingen finder sted ved normalt proceslinie tryk eller endnu højere. Derfor vil opløste gasser ikke blive frigivet, og følgelig dannes ingen luftbobler. Målesystemet er kemisk modstandsdygtigt overfor alle substanser, som rustfrit stål kan tåle. (Dette træk er en fordel under den regelmæssige rengøring af anlægget til behandling af fødevaren.) Diamantvinduerne sikrer, at de mekaniske dimensioner af det optiske system ikke udsættes for ændringer på grund af mekanisk slid. Målesystemet kan arbejde i et procesmiljø i lang tid uden noget behov for at tilknyttede operatører udfører nuljusteringer, omkalibreringer, separat rensning eller anden form for vedligeholdelsesoperation på flowsystemet og IR-måleudstyret. Målingen er en on-line måling, altid til rådighed for at opretholde en optimal produktion. Regelmæssigt under normal drift "renses" flowsystemet med prøverne selv. I en foretrukken udførelsesform omfatter den normale proceslinie-rensprocedure målegrenen, dvs. det ovennævnte flowsystem. Yderligere indføres der i de foretrukne udførelsesformer ingen "fremmede" substanser, dvs. der kræves ingen specielle rense- eller kalibrerings-midler ud over de rense- og skylle-midler, der i almindelighed anvendes i mejerier. Det vil derfor være en mulighed at returnere prøven til proceslinien efter målingen.

KORT BESKRIVELSE AF TEGNINGERNE

- Fig. 1 viser et skematisk diagram af et eksempel på et målesystem og flowsystem ifølge den foreliggende opfindelse.
- Fig. 2 viser et skematisk diagram af et eksempel på et modificeret flowsystem ifølge den foreliggende opfindelse.
- Fig. 3 viser et skematisk diagram af et tredje eksempel på et flowsystem ifølge den foreliggende opfindelse.
- Fig. 4 viser et skematisk diagram af et optisk system i et målesystem ifølge den foreliggende opfindelse.
- Fig. 5A er et skematisk snit langs en linie A-A i Fig. 8 gennem et eksempel på en udførelsesform af en IR-kuvette ifølge opfindelsen og i en forstørret målestok.
- Fig. 5 samme langs en linie B-B i Fig. 8.
- Fig 6A viser et gennem en foretrukken udførelsesform af en IR-kuvette ifølge opfindelsen set skråt fra oven og i en forstørret målestok.
- Fig. 6B samme som Fig. 6A, idet også den forreste halvdel af den nederste del er vist.
- Fig. 7 viser et snit langs linien C-C i Fig. 8 af den udførelsesform, der er vist i Fig 6A og 6B, og i en forstørret målestok.

Fig. 8 viser skematisk en IR-kuvette set fra oven og i en forstørret målestok.

Fig. 9 viser et lodret snit gennem kuvettens midte indbefattende det indre kuvetterum i en yderligere forstørret målestok.

Fig. 10 en lodret projektion af den midterste del af fig. 9.

5

DETALJERET BESKRIVELSE AF OPFINDELSEN

En foretrukken udførelsesform af et system til at udøve fremgangsmåden ifølge opfindelsen omfatter de følgende større komponenter: Et flowsystem 100, et optisk MID-IR spektrometrisystem 200 og et styresystem 300 som vist i Fig. 1.

10

Flowsystemet kan omfatte følgende komponenter som vist i de tre eksempler Fig. 1-3:

Prøve-indtage-organer, omfattende et rør 20 og pumpe- og ventilorganer, fx en stempelpumpe 40 med mindst en envejsventil 21, 22 ved pumpens indløb og mindst en envejsventil 23, 45 ved pumpens udløb. Prøve-indtage-organerne 20 er forbundet til et afsnit af et procesrør 10, hvorfra
15 prøverne tages ud gennem et filter 15 og gennem en aftagelig forbindelse, fx "miniclamps" 13 med to flangedele og en pakning. Fortrinsvis er alle sådanne forbindelser fremstillet i henhold til standardbetingelser for hygiejne i fødevarebehandlingsanlæg. Procesrøret 10 er en del af et ikke vist fødevarebehandlingsanlæg, såsom et mejeri.

20 Termostaterende organer 30, fortrinsvis omfattende en forvarmer eller køler, fx et spiralformet stålrør nedlagt i eller viklet omkring en elektrisk opvarmet kobbercylinder, og indeholdende, fx fra 1 til 5 ml, fortrinsvis 1,5 ml opvarmet mælk, eller en opvarmet kobbercylinder med et indvendigt rumfang på ca. 1,5 ml og tilknyttet temperaturfølede organer (ikke vist), der er forbundet til styreorganerne 300 til at styre forvarmeren eller køleren. Varmeorganerne 30 er konstrueret til at
25 varme, fx 1,5 ml mælk fra 1°C til en temperatur på ca. 40 - 50°C i løbet af ca. 25 sekunder.

En højtrykspumpe 40 (fx en LPA/MS50-h-pumpe, som anvendes i en FOSS ELECTRIC MILKOSCAN 50, eller en enkeltslagspumpe, der leverer et helt prøverumfang, fx 1,5 ml i et enkelt slag) leverer det høje tryk (fx ca. 400-500 bar). Typisk kræves mindst 200 bar til en
30 homogenisering. Yderligere vil pumpeydelsen 40 sikre en høj strømningshastighed gennem IR-kuvetten i en skylleperiode, således at kuvetten renses ved hjælp af mælkens strømningshastighed, hvilket overflødiggør yderligere rensning i hvert fald i flere timer. I skylleperioden kan trykket over kuvetten nå 100 - 200 bar. For at undgå afgasning i måleperioden holdes trykket på i hvert fald det samme som trykket på det sted, hvor prøven
35 tages ud fra procesanlægget. Fortrinsvis overskrider trykket i målegrenen trykket i procesanlægget. Under en måling holdes trykket på et næsten konstant niveau ved brug af bagtryksventilen 88, som det forklares senere.

I den udførelsesform, der er vist i Fig. 1, leverer et in-line filter 35 en filtreret mælk, der passerer
40 gennem målegrenen omfattende kuvetten 70. Alternativt giver en ventil 45 (Fig. 1) mælken

mulighed for at passere forbi filteret, idet mælken løber direkte til afløbet 90. Den høje strømningshastighed af mælken, der løber langs indersiden af filteret 35, vil rense filteret 35, når ventilen 45 er åben. Til dette formål kan ventilen 45 styres af styreorganerne 300. Fortrinsvis virker ventilen 45 også som en sikkerhedsventil, som stilles til at åbne, hvis trykket overskrider fx
5 400 bar.

En homogenisator 50 (fx en S4000 som anvendes i FOSS ELECTRIC MILKOSCAN 4000). En grundig homogenisering af den flydende fødevarer er nødvendig for at opnå en repræsentativ prøve (en prøve indeholdende alle bestanddelene i den flydende fødevarer) inde i den meget
10 tynde kuvette (typisk med en bredde på 37-50 μm). En yderligere årsag til at inkludere homogenisering er, at spredningen af det infrarøde lys, der passerer gennem kuvetten, afhænger af partikelstørrelsen i væskeprøven. Følgelig er en ensartet homogenisering væsentlig for at få reproducerbare målebetingelser. Trykfaldet tværs over homogenisatoren er ca. 200 bar. I de udførelsesformer, der er vist i Fig. 2 og 3, følger en sikkerhedsventil, der også fungerer som
15 en kontraventil 51, umiddelbart efter homogenisatoren.

En yderligere forvarmer eller køler 60, fx et spiralrør, fortrinsvis viklet omkring periferien af en temperaturstabiliseret IR-kuvette, med en elektrisk modstand, der er loddet til et kobberlegeme, der termostaterer mælkeprøven til en forudbestemt temperatur, fx til ca. 40 °C og fortrinsvis til
20 ca. 50 °C før den kommer ind i kuvetten, og fortrinsvis med dertil hørende temperaturfølende organer, der er forbundet til styreorganerne 300 for at styre temperaturen af forvarmeren eller køleren. Disse styringer og tilknytninger er vist med stiplede streg i Fig. 1.

En IR-kuvette 70, omfattende en vej til mælkestrømmen og en vej til det infrarøde lys, der krydser mælkestrømmens vej. IR-kuvetten er en del af et IR spektrofotometer, der tillader en
25 analyse og/eller kvantitative bestemmelse af specifikke bestanddele af mælken i IR-kuvetten. Fortrinsvis indbefatter IR-kuvette-konstruktionen en parallelvej 83 (Fig. 9) for mælkestrømmen til den ekstra mælk, som ikke kan passere gennem det meget tynde målekammer i IR-kuvetten. En for tiden foretrukken udførelsesform af kuvetten 70 er vist i Fig. 6-8 og er beskrevet i
30 detaljer senere i denne beskrivelse.

En bagtryksventil 88 opretholder et forudbestemt tryk, typisk på 12 bar og i hvert fald lige så højt som trykket i procesrøret 10, på kuvetten 70 under målingen. Dette tryk vil sikre, at opløste gasser forbliver opløst i mælken for at undgå luftbobler i kuvetten. I stationære perioder (dvs.
35 uden strømning) vil bagtryksventilen sikre, at trykket ikke overskrider 12 bar. Et i hovedsagen konstant tryk i kuvetten er nødvendigt for at opnå pålidelige og reproducerbare spektrometriske målinger.

Et udløb 90 til spildevand og ikke viste organer til opsamling og udtømning af spildevandet. Eventuelt kan prøven returneres til mælkebehandlingsanlægget. Den mulighed er til rådighed,
40 fordi der ikke tilsættes fremmede midler eller stoffer til prøven.

I en anden udførelsesform vist i Fig. 2 omfatter flowsystemet:

En "fast-loop", dvs. et i hovedsagen U-formet rør 12 med et indløb 14 og et udløb 16, der er anbragt indvendig i et procesrør 10, som er en del af et procesanlæg, så som et mejeri, som ikke er vist på tegningen. Fast-loop-røret 12 er lille sammenlignet med procesrøret 10. Typisk er den indvendige diameter af fast-loop-røret ca. 10 mm i et procesrør 10 med en diameter på ca. 70 mm. Tegningen viser ikke de sande dimensioner.

Åbningen i indløbet 14 vender imod processtrømmen i røret 10 på en sådan måde, at en del af processtrømmen omdirigeres og sendes ind gennem fast-loopen. Ved udløbet 16 vil processtrømmen danne et sugetryk, og dermed tvinge den omdirigerede strøm til at vende tilbage til procesrøret 10.

Et prøveudtag udgøres af et tyndt fleksibelt rør 20 med en indløbsåbning med et filter, der står i forbindelse med fast-loopen via en aftagelig forbindelse, fx såkaldte "miniclamps" 19 bestående af to flangedele og en pakning. Ligesom i systemet i Fig. 1 overfører en pumpe 40 prøven til en forvarmer 30, der efterfølges af en homogenisator 50, en yderligere forvarmer 60, en IR-kuvette 70 og en bagtryksventil 88. Prøven kan returneres til fast-loopen gennem et yderligere tyndt rør 91, fx et plastrør eller slange. Alternativt kan den afgives som spildevand.

I en tredje udførelsesform, der er vist i Fig. 3, omfatter flowsystemet en fast-loop 12, der er forbundet til et procesrør 10. En integreret enhed bestående af en enkeltslagspumpe 40, omgivet af et varmeelement, fx en varmespiral, der udgør den første forvarmer 30, og to envejsventiler, 21, 23, der sørger for, at enkeltslagspumpen i et sugeslag tager mælk ind fra fast-loopen, og i pumpeslaget sender mælken direkte ind i homogenisatoren 50. Homogenisatoren 50 er på udløbet forsynet med en ventil 51, der virker som en sikkerhedsventil eller overtryksventil for at kunne udløse et ekstraordinært højt tryk, som måske ville ødelægge kuvetten. Et tyndt rør 52 fører den homogeniserede mælk til en yderligere forvarmer 60, kuvetten 70 og bagtryksventilen 88 på samme måde som i de øvrige udførelsesformer. I en modifikation af de i Fig. 1-3 viste udførelsesformer er envejsventilen 23 udeladt, eftersom envejsfunktionen er en iboende egenskab ved den foretrukne homogenisator 50.

Det optiske system 200 til måling af IR absorptionen, fortrinsvis MID-IR absorptionen, kan udvælges blandt flere kendte MID-IR spektrometri-systemer, og kan realiseres på flere kendte måder. Fortrinsvis anvendes et skanderende interferometer, dvs. et FT-IR-instrument, fx en IR-enhed som anvendt i FOSS ELECTRIC MILKOSCAN 120. Et filterhjul indeholdende et antal IR-filtre, der er velegnede til de ønskede målinger, kan også anvendes, fx som anvendt i FOSS ELECTRIC MILKOSCAN 50 eller 102-104, og som beskrevet i GB-B-2 028 498, EP 0 012 492 og EP 0 629 290.

Et forenklet diagram af et passende optisk arrangement ses i Fig 1 og Fig. 4. Kassen 120 viser en IR-kilde og et skanderende interferometer, 140 er en detektor, og 160 er en computer. Skanderende interferometre kan realiseres på mange måder, jf. fx "Fourier Transform Infrared Spectrometry" af Peter R. Griffiths og James A. de Haseth, John Wiley & Sons, 1986, og er ikke
 5 emnet for denne ansøgning. Beregningerne til bestemmelse af mængderne af bestanddelene i mælken udføres på computeren 160 og de er ligeledes velkendte af fagfolk, fx som beskrevet i ovennævnte reference.

IR-kuvetten

10 I det følgende beskrives IR-kuvetten i detaljer. IR-kuvetten er konstrueret til en optisk vejlængde på fra, fx 37 til 50 μm . IR-kuvetten skal fremstilles af stærke materialer, der er modstandsdygtige overfor både mekaniske og kemiske påvirkninger, som forekommer i et mejeri, fx materialer af den art, der anvendes til selve procesanlægget. Fortrinsvis fremstilles IR-kuvetten af rustfrit stål og diamant. Følgelig kan IR-kuvetten renses med de samme flydende midler som normalt
 15 anvendes til rengøring af mejeriets procesanlæg. Anlæg til behandling af mælk i mejerier skylles regelmæssigt, fx dagligt/ for hver 24 timer, med flere rensesvæsker, der kan være stærke baser og/eller syrer.

Diamant- og stål-materialerne sikrer, at kuvetten ikke udsættes for mærkbart slid. Det er
 20 særdeles vigtigt for nøjagtigheden og reproducerbarheden af IR-målingerne, at de fysiske dimensioner og egenskaber af IR-lysets vej holdes konstante, fortrinsvis i hele kuvettens levetid. Kun mælkeprøven, som måles, skifter.

Et første eksempel på en udførelsesform af en kuvette er vist i forstørret målestok i Fig. 5A og
 25 5B. En alternativ udførelsesform er vist som et andet eksempel i Fig. 6A, 6B og 7. Begge udførelsesformer er vist skematisk i Fig. 8, set fra oven. Derfor er snittene A-A og B-B svarende til henholdsvis Fig. 5A og 5B såvel som C-C, der dækker Fig. 7 vist på den skematiske Fig. 8. I begge udførelsesformer består kuvetten af to ståldele 71, 72, fx to cirkulære skiver. Den første ståldel 71 har en reces til montering af et diamantvindue 73 og to aftrappede borehuller 74
 30 (strømningskanaler) til mælkestrømme. Den anden ståldel 72 har en reces til montering af et andet diamantvindue 76. De to ståldele 71, 72 er fastgjort tæt til hinanden af fastgørelsesorganer, fx fire forsænkede skruer (ikke vist) i gevindhuller 79.

Som vist i udførelsesformen i Fig. 5A og 5B kan den ene 71 af ståldelene 71, 72 have et
 35 forsænket midterområde, hvori en frømspringende del 69 af den anden ståldel 72 kan gå ind eller omvendt.

Som vist i Fig. 5A er kuvetten fortrinsvis forbundet til flowsystemet ved brug af tynde rør 78 som
 40 indskydes i hvert borehul 74. For tydeligheds skyld er der kun vist et rør 78 i den ene side af kuvetten.

I udførelsesformen i Fig. 5A, 5B har den første ståldel 71 en øvre aftrappet åbning 77 indrettet til en IR-lysstråle 121 fra det optiske system 200 (Fig. 4) og den anden ståldel 72 har en nedre aftrappet åbning 75, der er indrettet til en detektor 140 i det optiske system. Et alternativt arrangement er vist i udførelsesformen i Fig. 6A, 6B og 7. I Fig. 6A, 6B og 7 har den første ståldel 71 den aftrappede åbning 75 til detektoren 140 i det optiske system, og den anden ståldel 72 har den aftrappede åbning 77, der er beregnet til IR-lysstrålen 121 fra det optiske system.

Ved konstruktionen af kuvetten, der omslutter det ganske tynde målekammer mellem de to diamantvinduer har det vist sig hensigtsmæssigt, at udforme den således, at tilledningen af mælkeprøven foregår gennem en første boring 74, der bores fra kuvettens ydre periferi, og en anden tyndere boring 84, der bores fra den side af ståldelen 71, der skal støde op imod den anden ståldel 72, når de bliver samlet. Derfor danner de to borer en indbyrdes vinkel på ca. $100^\circ - 140^\circ$. Yderligere kan det være en fordel at lade boringen 74 forløbe skråt, således at den danner en vinkel α (ikke vist på tegningen) med skillefladen mellem de to ståldel 71, 72, hvor α ligger mellem 0° og 30° , fortrinsvis mellem 5° og 15° , og helst ca. 10° . Den tilstødende boring (84 i Fig.9) danner en vinkel β (ikke vist på tegningen) med skillefladen mellem de to ståldel 71, 72, hvor β ligger mellem ca. 40° og 85° , fortrinsvis mellem 55° og 80° , og helst mellem 60° og 75° .

20

Fortrinsvis anvendes en tynd afstandsplade 81 for at sikre den ønskede højde (lig med den optiske vejlængde, fx $37-50\ \mu\text{m}$) af målekammeret 80 inde i kuvetten, når de to ståledele er spændt sammen. Afstandsstykket 81 kan være udformet som en tynd cirkulær skive med en cirkulær åbning, der danner målekammeret 80, to slidser 89, der forbinder målekammeret 80 med borerne 84 og et par styrehuller 87 til styrepinde 87, der anvendes til at hjælpe med til at placere afstandspladen 81, når kuvetten samles. Borehulleme 85, 86, der ses på snittet i Fig. 7 anvendes til at montere kuvetten på holdeorganer (ikke vist). 82 er en O-ring, der sikrer, at mælk ikke kan trænge ind i skillefladen mellem de to kuvettede dele.

I den foretrukne udførelsesform af kuvettekonstruktionen er borerne 74 og åbningerne 75, 77 aftrappede, med diametre, der aftager trinvist eller gradvist for at give plads til indløb og udløb for væske og IR-lys til og fra det lille målekammer 80 i midten af kuvetten 70.

Selv i den forstørrede målestok, der er anvendt i Fig 5A, 5B, 6A, 6B og 7, er det målekammer 80, der indeholder mælkeprøven knap synligt. Målekammeret kan være, fx ca. 2 - 3 mm i diameter og ca. $50\ \mu\text{m}$ i bredden (lig med den optiske vejlængde). De faktiske dimensioner i en kuvette i et apparat ifølge opfindelsen vil afhænge af den mælk eller den fødevare, der skal måles på, og de parametre, som man ønsker at bestemme.

35

Fig. 9 viser et yderligere forstørret snit gennem kuvettens midterdel, for at vise de inderste detaljer af den i øjeblikket fortrukne udførelsesform. En parallel strømningsvej 83 er udformet i den øverste kuvettedel 71 langs periferien af vinduerne 73, 76. Det betyder, at mælkestrømmen gennem målegrenen kommer ind i kuvetten 70 gennem det tynde rør 78 i hullet eller boringen 74 (Fig. 5A), passerer gennem den tilstødende boring 84, strømmer gennem slidsen 89 ind i målekammeret 80, og forlader kuvetten gennem den overfor liggende slids 89 og borerne 84, 74. Inde i kuvetten opdeles strømmen i en tynd og relativ bred strøm, der passerer det tynde målekammer 80 mellem diamantvinduerne 73, 76, og en parallelstrøm, der følger sporet 83 langs periferien af målekammeret 80. Fortrinsvis kan sporet 83 begrænses og evt. spærres for at holde målekammeret mellem diamantvinduerne fyldt med den væske, der skal måles på. Fig. 10 viser afstandsstykket 81 og det tilstødende spor 83 samt indløbs- og udløbs-boringer 84.

Styresystemet

Som det vil være velkendt af fagfolk er et optisk system af denne art følsomt og skal holdes meget stabilt både i temperatur og fugtighed, og bør beskyttes mod vibrationer. Derfor overvåger og justerer et styresystem 300, der fortrinsvis indbefatter en computer, fx en PC'er med passende programmel, kuvettens temperatur. Fortrinsvis overvåges ligeledes fugtigheden i det optiske system, og overvågningen er fortrinsvis forbundet til en visuel eller hørlig alarmfunktion for at informere det tilknyttede personale om, at systemet kræver tilsyn, fx en skylning med en egnet gasart for at fjerne fugtigheden, eftersom vanddamp i det optiske system vil forårsage en forringelse af målingerne. Typiske midler til at fjerne fugtighed kan indgå i det optiske system. Yderligere er styresystemet forbundet til pumpen 40 og ventilerne 23, 45 for at styre deres drift. De ovennævnte overvågnings og styrefunktioner er angivet med stiplede linier 301-305 i Fig. 1. Styresystemet er ikke vist i detaljer, det kan realiseres på mange kendte måder. Fortrinsvis omfatter temperaturstyreorganerne en føler placeret i en kobberdel, der omslutter kuvetten og en varmemodstand, der kan opvarme kobberdelen, for at temperaturstabilisere kuvetten.

Den bedste måde at udøve fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

Når pumpen 40 er af den type, der anvender flere pumpeslag for at tilvejebringe en prøve, udføres fremgangsmåden ifølge opfindelsen på følgende måde: I et første trin af nogle få sekunders varighed, fx to sekunder, aktiveres pumpen 40 af styreorganerne 300. En mælkeprøve udtrækkes af pumpen fra procesrøret 10 gennem fastloopen 12 mod målesystemet. I et andet trin temperaturstabiliseres (opvarmes eller afkøles) mælkeprøven (fx 1,5 ml mælk) af organerne 30. Mælkeprøven bliver i forvarmeren 30 i nogen tid, fx 25 sekunder for at nå op på en forudbestemt temperatur, fx 50°C, som er passende til homogenisatoren 50.

I det følgende tredje trin begynder pumpen igen at arbejde og danner et højt tryk, der skubber den opvarmede mælkeprøve gennem homogenisatoren, der knuser mælkens fedtkugler. Fra homogenisatoren strømmer mælkeprøven gennem den næste forvarmer 60, der er placeret foran IR-kuvetten for at sikre, at prøven har den rette temperatur til målingen i IR-kuvetten 70.

I udførelsesformen, der er vist i Fig. 2, er pumpen aktiv i ca. to sekunder og fortrinsvis mindre end to sekunder, for at forskyde ca. 1,5 ml mælk gennem et tyndt stålør, der fortrinsvis har en diameter på mindre end 1 mm, fx 0,7 mm, der er forbundet til indløbet af kuvetten, til bagtryksventilen 88 og ud af målegrenen, enten til et spildevandsudløb eller returneres til fastloopen. Størstedelen af de 1,5 ml skylles gennem kuvetten med en høj strømningshastighed. Tværsnitsarealet af kuvettens indløb, dvs. slidse 89, er med en tykkelse af afstandsstykket på fx 50 μm : $0,050 \text{ mm} \times 0,7 \text{ mm} = 0,035 \text{ mm}^2$. Når de 1,5 ml presses gennem kuvetteindløbet i løbet af en kort periode på fortrinsvis mindre end 2 sekunder, vil strømningshastigheden overskride $45000 \text{ mm}^2/\text{sec} = 22,5 \text{ m/sec}$ i indløbet 89 til kammeret 80 (mellem boringen 84 og kammeret 80). Derved vil den indtrædende stråle spule målekammeret rent. Ved at tilpasse, fx afrunde overgangen fra slidse 89 til kammeret 80 kan man fremme en laminar strømning. Omvendt kan en skarp overgang som vist på fig. 10 fremme en turbulent strømning, der kan have en rensende virkning på kuvettens vinduer. Stålrøret, der leder til kuvetten, har et indvendigt areal eller lysning på ca. $0,4 \text{ mm}^2$, der giver en strømningshastighed på ca. 1,9 m/s i tilløbsrøret.

Når pumpen standser, er en brøkdel af den nye forvarmede prøve efterladt i kuvetten. Trykket inde i kuvetten vil holde sig på et konstant niveau på ca. 10 - 20 bar, fortrinsvis 12 bar, på grund af bagtryksventilen 88. Fortrinsvis er det følgende trin ca. 25 sekunder langt. I dette trin analyseres prøven af IR-spektrometeret. I et følgende trin udtrækkes en ny prøve fra fastloopen. Fortrinsvis opvarmes den nye prøve i løbet af de efterfølgende ca. 25 sekunder lange trin, mens en del af den allerede opvarmede (foranliggende) prøve måles i kuvetten. Og så videre.

Ved den udførelsesform, der er vist i Fig. 3, hvor pumpen 40 er en enkeltslagpumpe, udføres fremgangsmåden på følgende måde: I et første trin på ca. to sekunder suges en prøve ind i pumpecylindern med et sugeslag af stemplet. I et andet trin opvarmes prøven inde i pumpecylindern i ca. 25 sekunder. I et tredje fortrinsvis kort trin på ca. 0,5-1,0 sekunds varighed vendes stempel-slaget og prøven skubbes gennem homogenisatoren og gennem kuvetten og bagtryksventilen. Derved skylles den gamle prøve bort enten til et spildevandsudløb 90 eller returneres til fastloopen og procesrøret. Hvis det tredje trin udføres på 0,5 sekund, vil skyllehastigheden gennem kuvetten blive ca. 30-90 m/s med et forskudt mælkevolumen på ca. 1,5 ml. Denne strømningshastighed vil sikre en grundig rensning af kuvettevinduerne mellem hver måling. Fordelen ved den tredje udførelsesform er, at sugeslaget kan være langsomt (for at undgå kavitation) og det modsatte pumpe-slag kan være hurtigt for derved at give en høj strømningshastighed og en bedre rensning af kuvetten.

På grund af målekuvettens meget stabile egenskaber og tryk- og slid-modstandsdygtighed vil kalibreringer og nuljusteringer af måleapparatet normalt kun være nødvendige, når udstyret startes op første gang. En rutinemæssig kontrol af udstyrets egenskaber kan dog udføres på følgende måde.

Måleapparatet kan kontrolleres enten

- 1) ved anvendelse af en kendt kalibreringsprøve. Den kendte prøve indføres i målegrenen ved at tage den fleksible slange af prøveindløbet på fastloopen og ved at dyppe den fleksible slange i en kop (110 i Fig.2-3), der er fyldt med den kendte prøve. En målecyklus udføres og resultatet
- 5 noteres og sammenlignes med de kendte prøve data,
- 2) ved at udtage en prøve fra processtrømmen på et punkt tæt ved målegrenen, fx ved fastloopen muligvis ved at tage den fleksible slange fra pumpen 40 og opsamle en prøve i en kop, (110 i Fig 2-3) bringe prøven til et referenceinstrument, fx en Milkoscan 50, 120 eller system 4000 fra Foss Electric A/S, og måle prøven på referenceinstrumentet og/eller
- 10 3) ved at udtage et antal prøver (mindst en prøve) fra strømmen af allerede målte prøver, der forlader spildevandsudløbet 90 i Fig. 1, bringe prøven til et referenceinstrument, fx en Milkoscan 50, 120 eller system 4000 fra Foss Electric A/S, og måle prøven på referenceinstrumentet. For at kunne sammenligne resultaterne af målingerne på mælken fra spildevandsudløbet med måleresultaterne fra kuvetten skal den sidstnævnte procedure udføres i
- 15 en periode, hvor produktionen er så stabil, at prøverne ikke varierer mærkbart.

I de beskrevne udførelsesformer af flowsystemet ifølge opfindelsen er det (målegrenen) i stand til at modstå standard renseprocedurer for mejerier. Langsomme opbygninger af aflejninger på kuvettens IR-vinduer undgås ved at udsætte kuvetten for anlæggets standard renseprocedurer.

- 20 Dette kan være en såkaldt "CIP" (Clean In Place, dvs. rens på stedet) -procedure, der anvender varme syre- og base-opløsninger. Under rengøringen vil den typiske strømningshastighed være under 10 m/s i mejeriets rørledning, men være langt højere i kuvetten. I en særlig fordelagtig udførelsesform udnyttes en eller flere af rense- og/eller skyllevæskerne til en standardisering, kalibrering eller nuljustering af den optiske del og især til en justering af den beregnings- og
- 25 kalibrerings-software, der anvendes til beregning af mængderne af de undersøgte bestanddele. Et målt spektrum på en væske indeholdende, fx NO_3^- - joner og/eller PO_4^{3-} - joner, kan anvendes til en standardisering (eller justering/kalibrering) af frekvens/bølgelængde-aksen.

Som det fremgår af de foregående sider, er der blevet tilvejebragt en ny pålidelig målemetode,

- 30 flowsystem og kuvette, der gør det muligt at udføre næste kontinuerte målinger on-line og in-line i mejerier med en kapacitet på ca. 120 målinger pr. time. Det er klart for fagfolk, at de forskellige udførelsesformer, der er beskrevet i beskrivelsen og vist på tegningerne, kan modificeres på forskellige måder indenfor rammene af opfindelsen, og følgelig er beskyttelsesomfanget defineret i patentkravene.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til at udføre spektrometri til analyse af en flydende fødevare, der muligvis
 5 indeholder opløste gasarter, i en proceslinje i et procesanlæg til behandling af flydende
 fødevarer, (såsom mælk og mælkeprodukter i et mejeri), og omfattende følgende trin:
- at tilvejebringe en flydende prøve fra proceslinjen til en målegren,
 - at termostatere den flydende prøve,
 - at lede den termostaterede flydende fødevareprøve ind i en målekuvette,
 - 10 - at måle i det mindste en del af absorptionsspektret af den flydende fødevareprøve i
 målekuvetten,
- k e n d e t e g n e t ved, at fremgangsmåden yderligere omfatter
- at udtrække den flydende fødevareprøve direkte fra proceslinjen ind i målegrenen,
 - at tilvejebringe og opretholde et tryk, som er mindst lige så højt som trykket i proceslinjen, og
 - 15 før hver måling skylle kuvetten med en del af den udtrukne fødevareprøve, idet skylningen
 udføres under et tryk på fra 50-200 bar, fortrinsvis fra 90-180 og helst fra 110-150 bar over
 kuvetten, og at man yderligere har sørget for, at kuvetten har vinduer af et tryk- og slid-stærkt
 materiale, der er modstandsdygtig over for både kemiske og mekaniske påvirkninger, især af
 den art, der forekommer i mejerier .
 - 20
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den flydende fødevare er en
 råmælk eller en fødevare såsom en behandlet mælk eller et andet mejeriprodukt og at
 procesanlægget er et mejerianlæg.
- 25 3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at der udføres en regelmæssig (fx
 daglig) rensning af målegrenen med kuvetten, når mejerianlægget udsættes for den
 regelmæssige rengøringsproces og/eller ved at skylle målegrenen med de samme
 renseopløsninger, der anvendes til at rengøre mejerianlægget.
- 30 4. Fremgangsmåde ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at en eller flere af rense- og/eller
 skylle-væskerne i målegrenen anvendes til standardisering og/eller kalibrering baseret på
 karakteristika i de målte spektre for rense- og/eller skylle-væskerne, især karakteristika
 stammende fra forekomsten af joner, der tilhører gruppen omfattende NO_3^- - joner og PO_4^{3-} -
 joner.
- 35
5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at spektrometrien udføres i det
 infrarøde spektralområde, fortrinsvis i MID-IR-området og/eller NIR-området.
6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den flydende fødevareprøve
 40 termostateres, mens den holdes inde i cylinderen af en enkeltslagspumpe (40).

7. Flowsystem til et anlæg til behandling af flydende fødevarer, og indbefattende en målekuvette til spektrometrisk analyse af en fødevare, så som mælk og mælkeprodukter i et mejeri, og til at udøve fremgangsmåden ifølge krav 1, **k e n d e t e g n e t** ved, at flowsystemet er direkte forbundet til anlægget til behandling af den flydende fødevare, og
- at flowsystemet omfatter pumpeorganer (40) og bagtryk-ventilorganer (88) til at opretholde et forudbestemt tryk inde i kuvetten, hvilket tryk er mindst ligeså højt som trykket inde i proceslinien, og kuvetten havde vinduer af et tryk- og slid-modstandsdygtigt materiale, der kan modstå såvel kemiske som mekaniske påvirkninger af den art, der forekommer i mejerier.
8. Flowsystem ifølge krav 7, **k e n d e t e g n e t** ved, at målekuvetten (70) har diamantvinduer (73, 76).
9. Flowsystem ifølge krav 7, **k e n d e t e g n e t** ved, at pumpeorganerne er i stand til at indføre prøven med en strømningshastighed på mindst 10 og fortrinsvis 20-30 m/s indvendig i kuvettens (70) målekammer i en kort periode på mindst 0,5 sekund.
10. Flowsystem ifølge krav 7, **k e n d e t e g n e t** ved, at pumpeorganerne er en enkeltslagspumpe (40 i Fig. 1 og 3).
11. Flowsystem ifølge krav 7, **k e n d e t e g n e t** ved, at målegrenen i flowsystemet (100) omfatter en homogenisator (50) placeret ovenfor kuvetten (70), og mindst en forvarmer (30, 60) er anbragt ovenfor kuvetten (70) og/eller homogenisatoren (50).
12. Flowsystem ifølge krav 7, **k e n d e t e g n e t** ved, at målegrenen i flowsystemet (100) omfatter en fastloop (12) til at udtrække den flydende fødevareprøve fra procesrøret (10) i anlægget til behandling af den flydende fødevare, og at flowsystemets målegren omfatter en et in-line filter (15) på fastloopen (12).
13. Flowsystem ifølge krav 8, **k e n d e t e g n e t** ved, at forvarmeren er en gennemstrømsvarmer eller køler (30), og at målegrenen i flowsystemet (100) omfatter et in-linefilter (35) placeret nedenfor forvarmeren (30) og pumpen (40) og ovenfor homogenisatoren og kuvetten (70).
14. Flowsystem ifølge krav 8, **k e n d e t e g n e t** ved, at flowsystemets målegren omfatter en sikkerhedsventil (45) placeret ovenfor homogenisatoren (50) og kuvetten (70), hvilken sikkerhedsventil endvidere kan åbne styret af styreorganer (300).
15. Flowsystem ifølge krav 7, **k e n d e t e g n e t** ved, at cylinderen i enkeltslagspumpen (40) er forsynet med termostateringsorganer (30).

16. Målekuvette til et flowsystem ifølge krav 7, hvilken kuvette omfatter en første og en anden ståldel (71, 72), k e n d e t e g n e t ved, at den første ståldel har borehuller (74, 84) til en flydende fødevarestrøm,
at en af delene (71, 72) har en åbning (75) til placering af en optisk detektor (140),
- 5 at den anden del har en åbning indrettet til en IR-lysstråle, der kommer fra en IR-strålekilde (120),
at hver åbning er lukket tæt med en diamantskive (73, 76), der danner et vindue,
og de to ståldele (71, 72) med diamantvinduer (73, 76) er tæt forbundet til hinanden med fastgørelsesorganer (79).
- 10
17. Kuvette ifølge krav 16, k e n d e t e g n e t ved, at mindst et af borehullerne (74) skråner, idet borehullets midterakse danner en vinkel α (ikke vist) med skilleflade mellem de to ståldele (71, 72) og at α ligger mellem 0° og 30° , fortrinsvis mellem 5° og 15° , og helst ca. 10° .
- 15
18. Kuvette ifølge krav 16 eller 17, k e n d e t e g n e t ved, at den tilstødende boring (84 i Fig.9) danner en vinkel β (ikke vist) med skillefladen mellem de to ståldel (71, 72, og at β ligger mellem 40° og 85° , fortrinsvis mellem 55° og 80° , og helst mellem 60° og 75° .
19. Kuvette ifølge et af kravene 16 - 18, k e n d e t e g n e t ved, at et metalafstandsstykke
- 20 (81) er anbragt mellem diamantvinduerne (73, 76) og langs periferien af målekammeret (80).
20. Kuvette ifølge et af kravene 16 - 19, k e n d e t e g n e t ved, at en parallel strømvej (83) er indrettet langs periferien af målekammeret og/eller langs periferien af diamantvinduerne (73, 76) eller afstandsstykket (81).
- 25
21. Kuvette ifølge krav 20, k e n d e t e g n e t ved, at en O-ring (82) er indrettet uden for afstandsstykket (81) og langs med den ydre periferi af den parallelle strømvej (83) og/eller periferien af afstandsstykket.
- 30
22. Kuvette ifølge krav 19, k e n d e t e g n e t ved, at afstandsstykket (81) er fremstillet af stål.
23. Kuvette ifølge krav 19, k e n d e t e g n e t ved, at afstandsstykket (81) er forsynet med slidser (89) til strømmen af væske til og fra målekammeret (80) mellem diamantvinduerne i kuvettens midte.
- 35
24. Kuvette ifølge et eller flere af kravene 16-23, k e n d e t e g n e t ved, at mindst et af borehullerne (74, 75, 77) er aftrappet, dvs. har en trinvist aftagende diameter fra ydersiden og ind mod kuvettens center.

Fig. 1

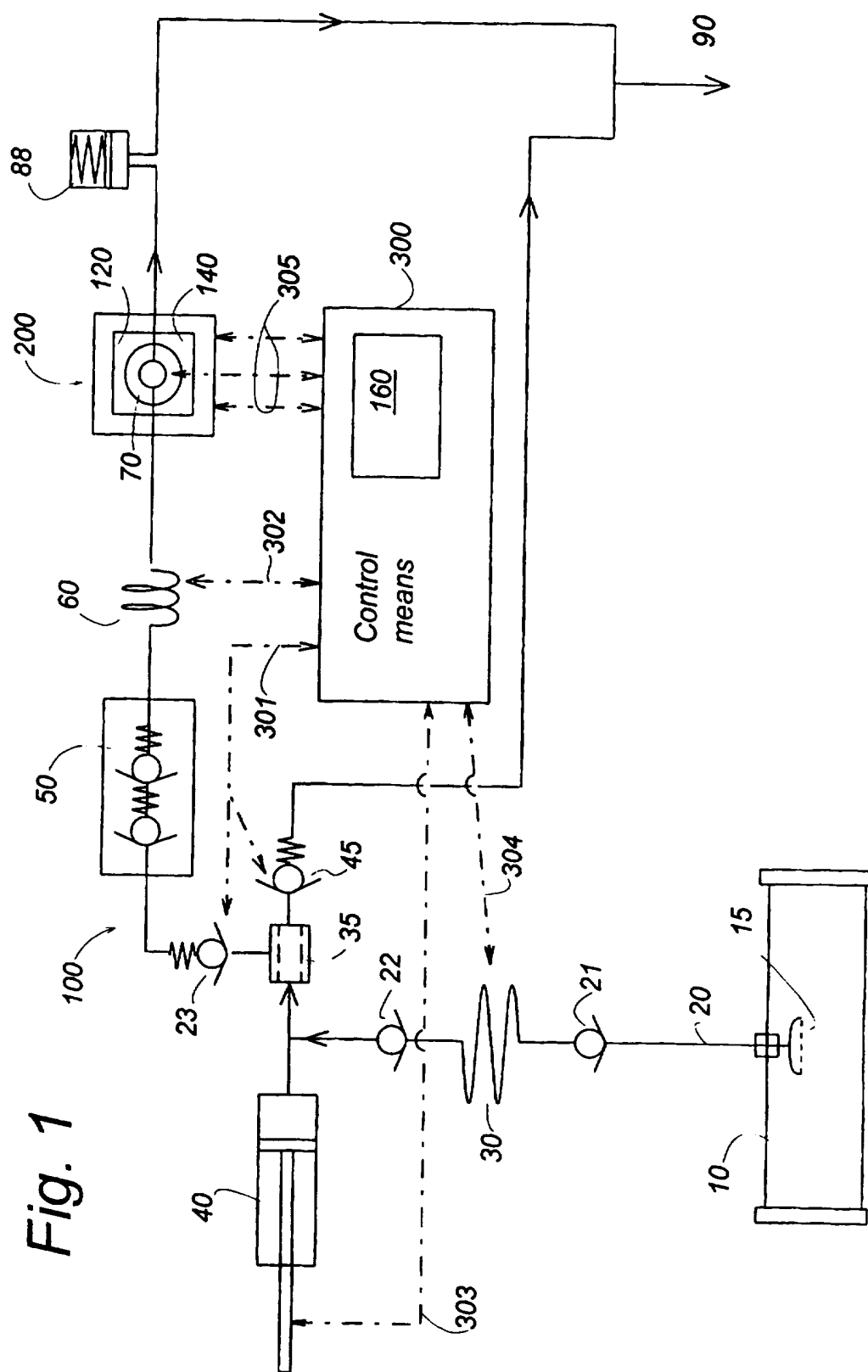


Fig. 2

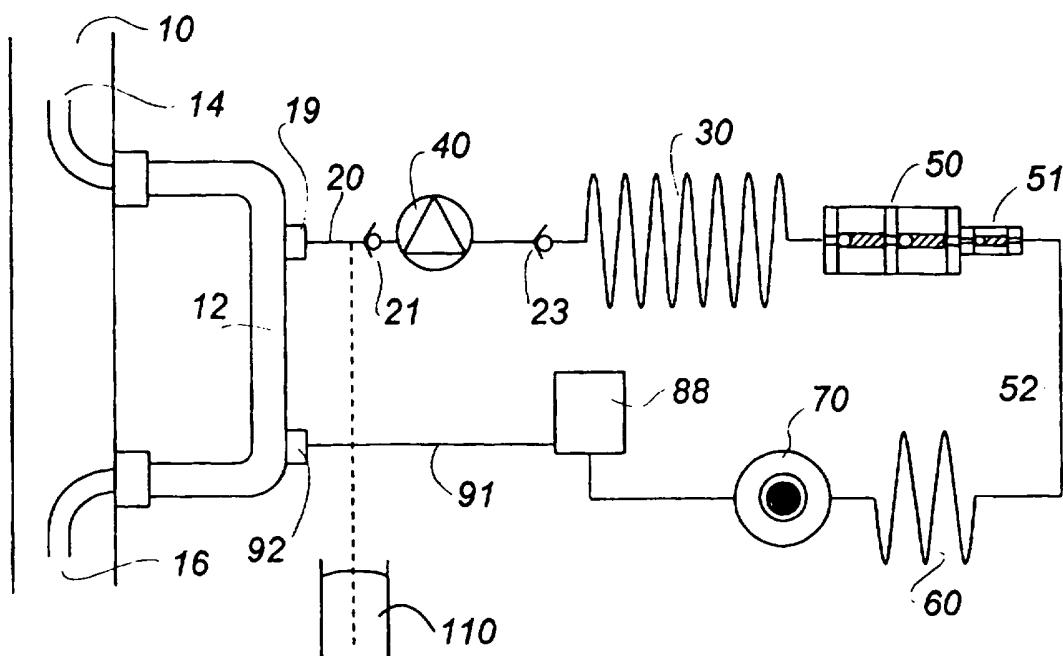


Fig. 3

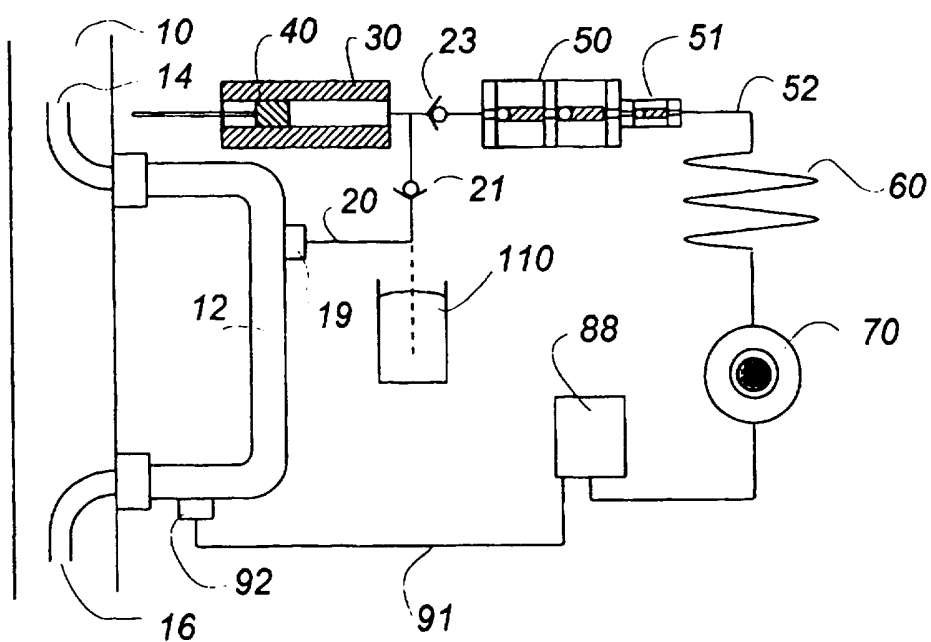


Fig. 4

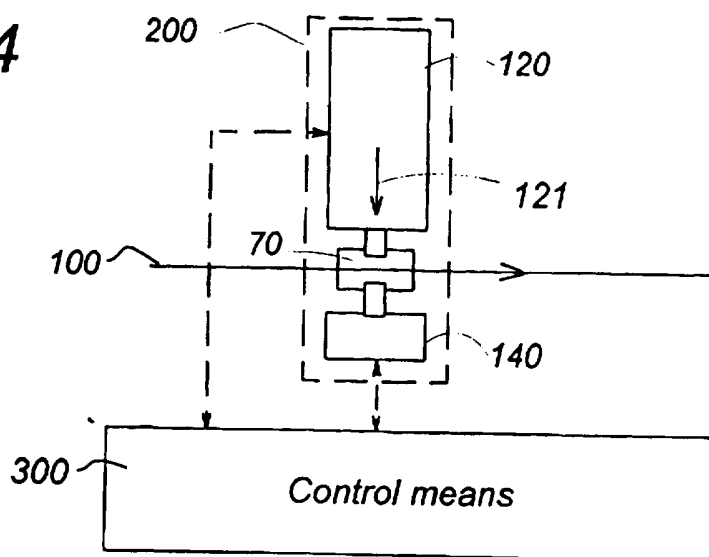


Fig. 5A

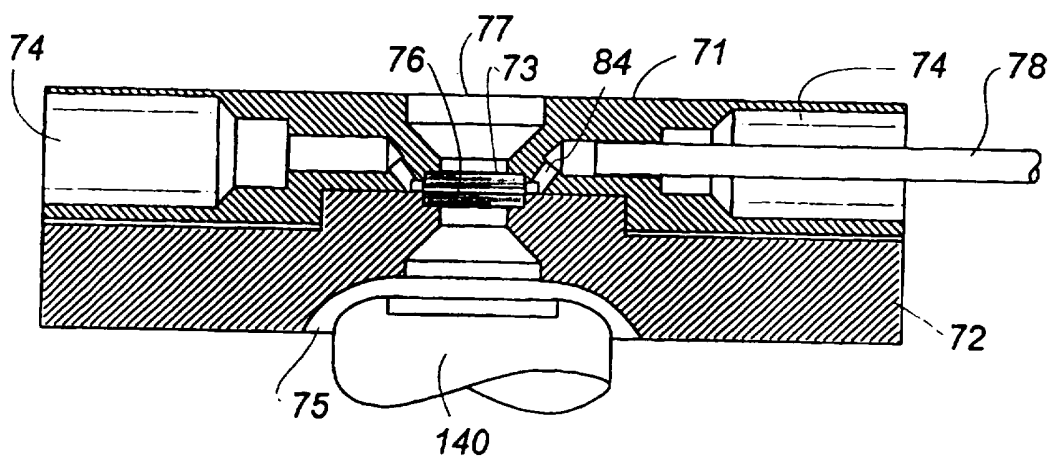


Fig. 5B

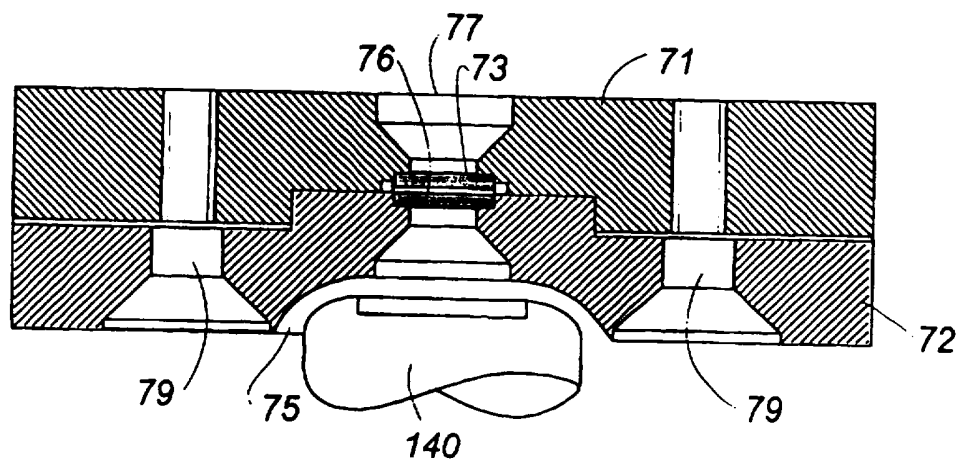


Fig. 6a

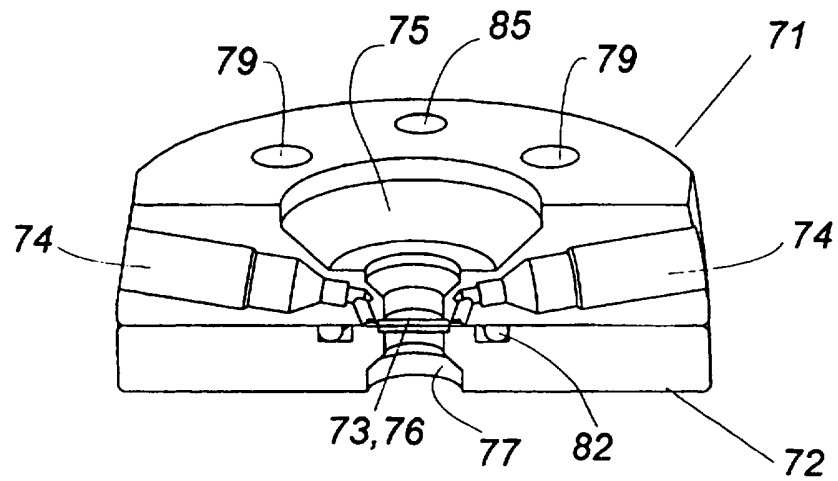


Fig. 6b

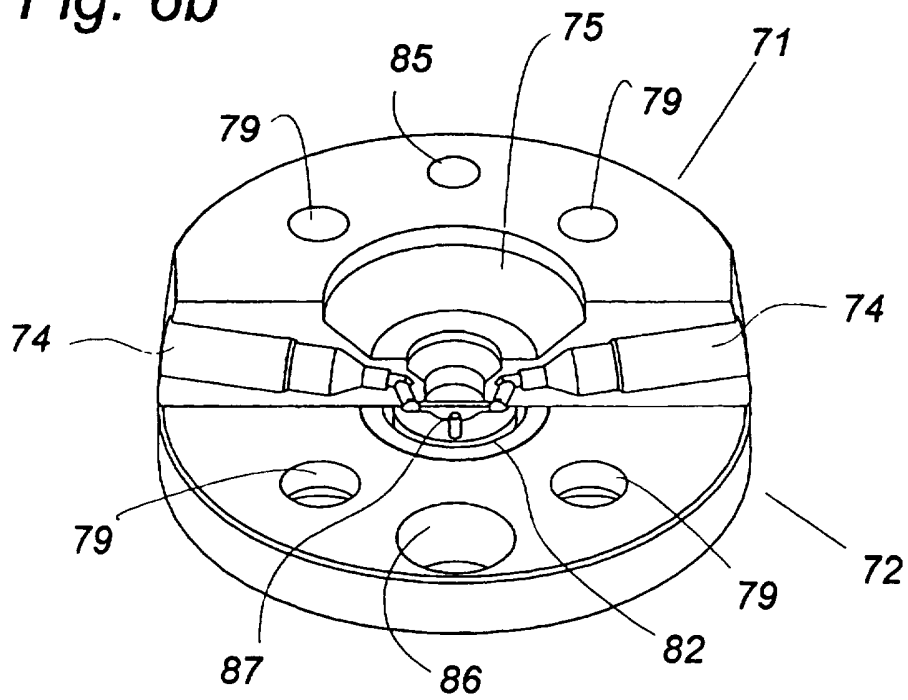


Fig. 7

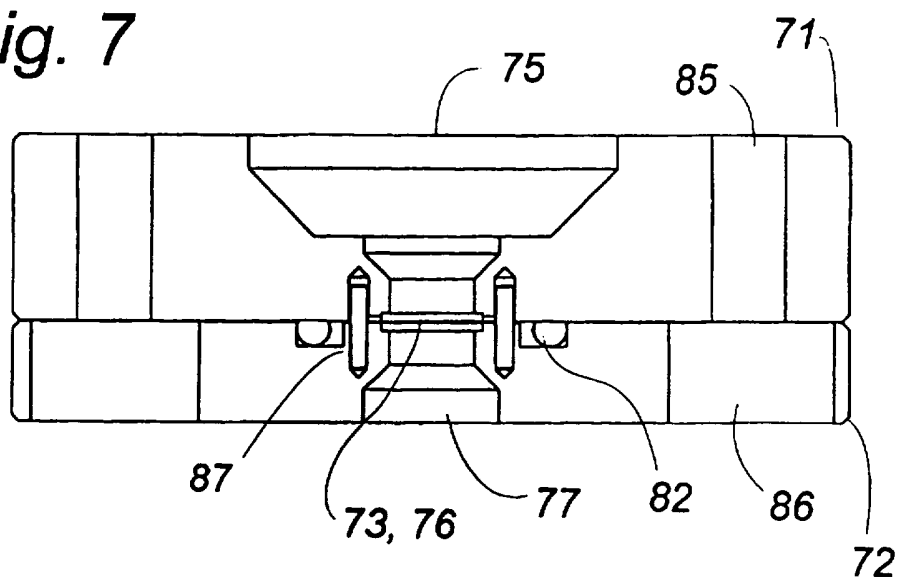


Fig. 8

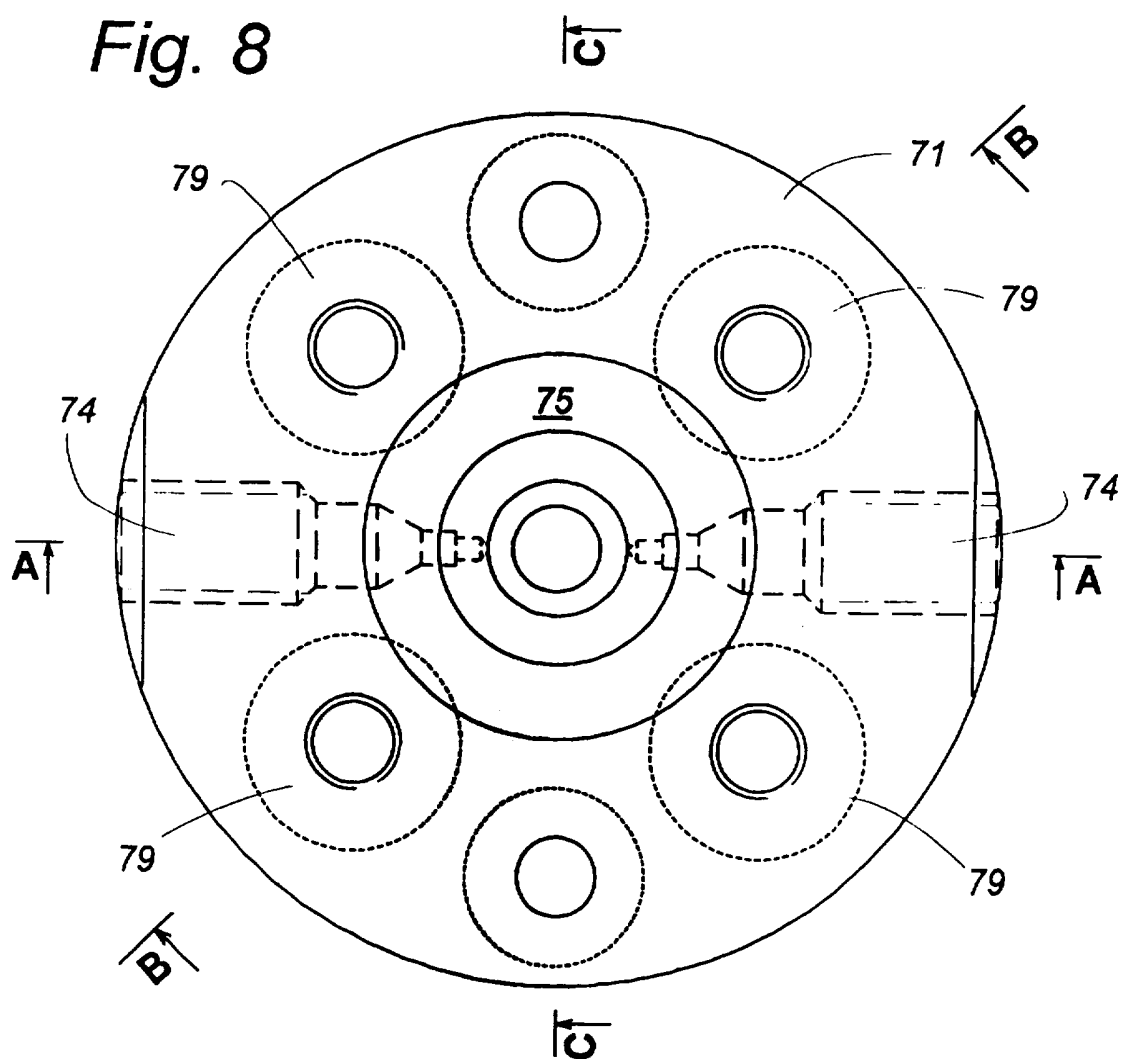


Fig. 9

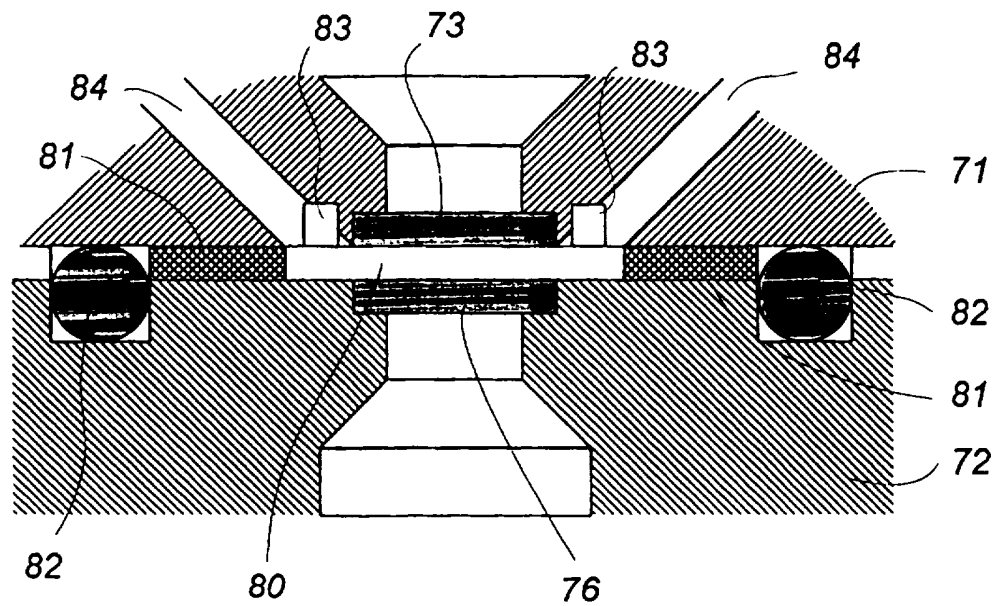


Fig. 10

