(19) DANMARK

(12) **PATENTSKRIFT** (11) **169059 B1**

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: **5417/86**

(22) Indleveringsdag: **12 nov 1986**

(24) Løbedag: **12 mar 1986**

(41) Alm. tilgængelig: **12 nov 1986**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **08 aug 1994**

(86) International ansøgning nr.: **PCT/GB86/00143**

(86) International indleveringsdag: **12 mar 1986**

(85) Videreførelsesdag: **12 nov 1986**

(30) Prioritet: **12 mar 1985 GB 8506350 19 aug 1985 GB 8520736**

(51) Int.Cl.5 **B 01 D 29/25**
B 01 D 69/02
B 01 D 69/04
B 01 D 69/10

(73) Patenthaver: ***EPOC LIMITED; 6 Esterbrooke Street; Hide Place; Westminster; London SW1, GB**

(72) Opfinder: **Anthony Leighton *Downing; GB, Rodney Charles *Squires; GB**

(74) Fuldmægtig: **Plougmann & Vingtoft A/S**

(54) Fleksibel filterunderstøtning til brug ved mikrofiltrering, ultrafiltrering eller omvendt osmose

(56) Fremdragne publikationer

EP off.g.skrift nr. 80777

(57) Sammendrag:

5417-86

Et krydsstrømsfilter (8) har en meget fleksibel filterunderstøtning (21) med en tykkelse på ikke mere end 1 mm og med en spiralformet eller ved siden af hinanden placerede længder af dobbeltlags-materiale, hvis lag er sammet sammen langs med indbyrdes afstand placerede, longitudinale semme til tilvejebringelse af en række af ved siden af hinanden placerede rør. Under filtrering, når filterun-derstøtningen (21) er under tryk fra det tilførte materiale, buler rørvæggene ud, og filterzonen indspændes alene som følge af træk-kræfter i selve filterunderstøtningen (21). En betydelig bevægelse af filterunderstøtningen (21) er mulig i retningen vinkelret på filter-understøtningens flade, når trykkene på de to sider af filterunder-støtningen er identiske. Én anvendelse af dette krydsstrømsfilter er placering af filteret efter en iltningsbeholder (11) uden nogen mel-lem beholderen og filteret placeret beholder, idet filterets (8) koncentratudløb (2) er forbundet til iltningsbeholderen (11) til tilbageførsel af slam. Denne anvendelse af filteret gør det muligt at reducere størrelsen af iltningsbeholderen (11) ganske betydeligt.

DK 169059 B1

fortsættes

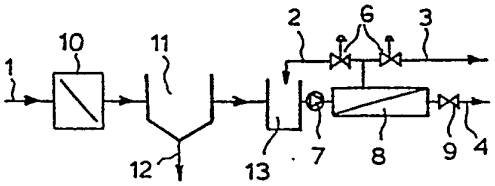


FIG.4.

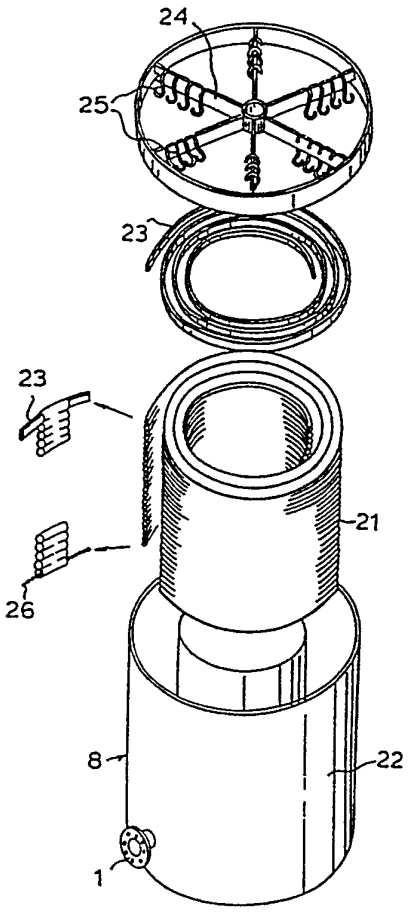


FIG.5.

Den foreliggende opfindelse angår krydsstrømningsfiltrering.

EP-A-0 080 777 omhandler en indretning til iltning af blod eller membranplasmaferese eller bloddialyse. Indretningen er dannet af to membraner, der er fæstnet til hinanden ved hjælp af med indbyrdes afstand anbragte parallelle fibre, hvorved der dannes en sammenhængende følge af ved siden af hinanden placerede, kontinuerlige, enkelte rør, gennem hvilke blodet tilføres. Rørene har kapillærdimensioner med en bredde på 50-500 mikrometer i fladtrykt tilstand, og fibrene har en diameter eller højde på 10-200 mikrometer. Indretningen arbejder ved lavt tryk, idet man mener, at trykket er mindre end 50 kPa. Man mener, at dannelsen af "kager" ikke er at forvente.

Den foreliggende opfindelse tilvejebringer en filterunderstøtning som anført i krav 1, et filter som anført i krav 13, en fremgangsmåde til krydsstrømsfiltrering af et fluidum som anført i krav 21 og et anlæg som anført i krav 23.

Ved opfindelsen benyttes der ligesom i EP-A-0 080 777, omtalt ovenfor, en sammenhængende følge af ved siden af hinanden anbragte, kontinuerlige enkelte rør, i hvilke der tilføres fluidum, der skal filtreres, og hver væg af hvert rør er meget fleksibel og indspændes under filtreringen, når rørene er under det tilførte fluidumtryk, alene ved hjælp af trækkræfter i selve væggen. Opfindelsen tillader imidlertid mikrofiltrering, ultrafiltrering eller omvendt osmose, og de sømme, ved hvilke lagene er forbundet, er tilstrækkeligt stærke til at modstå et relativt tryk på 400 kPa i rørene. Ydermere har rørene en indre diameter på mindst 5 mm eller 10 mm.

I forhold til EP-A-0 080 777 er der opnået en erkendelse af, at problemet er at kunne øge størrelsen af rørene i multirørfølgen, at kunne øge trykket og at kunne anvende en filterunderstøtning, der understøtter en membran. På denne måde kan filterunderstøtningen benyttes til kommercielle anvendelser i stor målestok, såsom til behandling af både industri- og husholdningsspildevand.

Opfindelsen anvendes til de partikelstørrelser, der er relevante i forbindelse med mikrofiltrering, eller til mindre partikelstørrelser, dvs. til partikelstørrelser, der er relevante i forbindelse med mikrofiltrering, ultrafiltrering eller omvendt osmose. De tilbageholdte minimumspartikelstørrelser ved mikrofiltrering og ultrafiltrering skønnes at være meget omtrentlig henholdsvis 10^{-7} til 10^{-8} m (kolloidalt område) og 10^{-8} til 10^{-9} m (makromolekylært område). Kolloidale partikler og suspenderede væsker såsom olie kunne tilbageholdes. Membranen

omtales ofte som en præcoating ved mikrofiltrering og som en gel-coating ved omvendt osmose.

Krydsstrømsfilteret ifølge opfindelsen har en filterunderstøtning, der understøtter selve filtermaterialet eller membranen (den dynamiske membran); filtermembranen kan udgøres af materiale, der er blevet cirkuleret hen over filterunderstøtningen, før indfødningsmaterialet tilføres, eller kan udgøres af selve indfødningsmaterialet, enten som en inhærent bestanddel af indfødningsmaterialet eller som et additiv til indfødningsmaterialet. Filteret ifølge opfindelsen har også et indløb til indfødningsmateriale, som ledes til filtermembranen, og et udløb til det permeat, der har passeret gennem filtermembranen, samt et udløb til det koncentrat, som ikke har passeret gennem filtermembranen; udløbet til koncentrat er indrettet til at sikre et returtryk og kan have en specifik returtryksventil. Indfødningsmaterialet passerer under tryk langs filtermembranens overflade og medfører, at der opstår turbulens grænsende op til filtermembranen. Der kræves periodisk rensning, men filteret arbejder kontinuerligt i lange perioder. Når først et indledende lag af tilbageholdt materiale er aflejret på filterunderstøtningen til dannelse af membranen, hæmmer den frembragte turbulens yderligere aflejring, hvorved opbygning af "kager" minimeres, og der opretholdes en god strømning (flux) gennem filtermembranen.

Selv om rensningen af filtermembranen ikke skal ske særlig hyppigt, er det vigtigt, at filterunderstøtningen muliggør en effektiv rensning og fjernelse af det materiale, som har tendens til at blokere mellemrummene eller porerne i filterundersøtningen og gradvist reducerer filterets effektivitet. Det har vist sig, at det er vanskeligt, medmindre der benyttes komplicerede rensningsmetoder eller -systemer, at løsne sådant materiale fra filtreringsmedier, der i praksis er stive, eller fra relativt tykke filtreringsmedier, fx brandslangekarkassemateriale, i hvilke materialet trænger dybt ind, før det tilbageholdes.

Fleksibiliteten af filterunderstøtningen ifølge opfindelsen er væsentligt større end fleksibiliteten af en normal brandslangekarkasse. Fleksibiliteten vil blive beskrevet mere detaljeret nedenfor under overskriften "Fleksibilitetsafprøvning".

Filterunderstøtningen er sammenklappelig, og der er ikke nogen mekanisk kontakt med filterunderstøtningens ubrudte, effektive filtreringsareal, således som det normalt ville være nødvendigt til understøtning af filterunderstøtningen i en retning vinkelret på filterunderstøtningens flade og i en retning modsat strømmen. Den ubrudte filterzone kan have et betydeligt areal i forhold til filterunder-

støtningens totale areal. Indfødningstrykket (mere specifikt trykforskellen hen over filterunderstøtningen og membranen) medfører fyldning af filterunderstøtningen og får denne til at bule ud, og filterunderstøtningen klapper sammen i det mindste i nogen grad, når trykket fjernes. Manglen på mekanisk kontakt over et stort areal af filterunderstøtningen fører til en mere effektiv udnyttelse af filterunderstøtningen. Den primære fordel er imidlertid evnen til tilvejebringelse af effektiv rensning af filterunderstøtningen såvel mekanisk som kemisk til fjernelse af membranen og det filtrerede materiale, hvilket bliver muligt som følge af filterunderstøtningens store fleksibilitet, struktur og lille tykkelse. Der benyttes normalt returskylning til rensning, men selv uden returskylning kan fjernelse af trykket og dermed frembringelse af delvis sammenklapning af filterunderstøtningen medføre frigivelse af en del tilbageholdt materiale, dvs. ved standsning og genoptagelse af driften. Returskylning kan udføres med et fluidum, der tilføres filterunderstøtningens ydre flade. Fluidumet kan være vand, eller det kan være trykluft, specielt når der filtreres olieagtige eller fedtede væsker. Tynde stråler af trykluft eller højtryksvand, som tilføres filterunderstøtningens ydre flade, kan benyttes til returskylning, medens filteret fortsætter med at fungere, idet membranen gendannes umiddelbart derefter. En lokal, momentan sammenklapning af filterunderstøtningen frembringes ved at vende af hydraulikgradienten. Returskylningen medfører imidlertid ikke nogen dannelse af kinker eller læg, når filtreringen begynder igen.

Filterunderstøtningen kan være opdelt i modulær form og være robust, og den kan have et bredt anvendelsesområde og en fortrinlig temperaturmodstandsdygtighed og kemisk modstandsdygtighed, ligesom filterunderstøtningen er relativt billig.

Filterunderstøtningen kan fremstilles i store længder, fx i multipla af 10 m, idet den foretrukne minimumslængde er 1 m, hvorved antallet af endeforbindelser pr. enhedsareal af filterunderstøtning/membran reduceres, og hvorved produktionsomkostningerne reduceres betydeligt. Filterunderstøtningen behøver ikke nødvendigvis at være indkapslet i en trykbeholder (medmindre sikkerhedskrav dikterer sådan indkapsling), og enderørforbindelser kan etableres direkte til fx hvert rør i filterunderstøtningen. Fleksibiliteten letter produktionen, lagringen og anvendelsen af store længder.

Generelle anvendelser af opfindelsen omfatter:

1) Separationsteknikker til kolloidale/suspenderede faste stoffer, idet indfødningsmaterialet kan være af vilkårlig art, fx naturligt og delvist behandlet vand, husholdnings- og industrispildevand, slam fra

behandling af vand og af husholdnings- og industrispildevand samt slam hidrørende direkte fra industrielle processer;

2) fortykning af slam;

3) tilbageholdelse af biomasse eller slam i reaktorer, idet reaktoren kan være aerob, iltfattig eller anaerob. I et aktiveret slamanlæg, i hvilket reaktoren er aerob, kan biomassen (aktiveret slam) separeres fra strømmen af blandet væske (biomasse plus spildevand) ved benyttelse af krydsstrømsfilteret i stedet for ved sedimentation, idet biomassen bringes til at recirkulere til reaktoren eller reaktorerne. Som følge af den lave aflejringshastighed for biomassen ved sedimentation kan udnyttelsen af opfindelsen i høj grad forøge koncentrationen af biomasse i reaktoren eller reaktorerne fx fra 4000 mg/l til 20.000 mg/l eller mere. Da minimumsopholdstiden og dermed den nødvendige størrelse af reaktoren eller reaktorerne til opnåelse af en given ydelse er tilnærmelsesvis omvendt proportional med koncentrationen af biomasse, kan kapitalomkostningerne til reaktoren eller reaktorerne reduceres kraftigt, og det formodes, at filteret kan komme til at koste mindre end sedimentationstanken. Kvaliteten af permeatet kan endvidere være bedre end kvaliteten af permeatet fra et konventionelt aktiveret slamanlæg og kan være lig med eller bedre end kvaliteten fra et konventionelt anlæg, i hvilket der foretages behandling ved koagulation, sedimentation og sandfiltrering. Den tilførte energi kan være større, men den dertil svarende omkostningsforøgelse er mindre end den besparelse, der ellers opnås;

4) "Polering" (på engelsk: "polishing") af spildevand;

5) forudgående behandling - med eller uden forudgående koagulering eller anden kemisk behandling - før ultrafiltrering og omvendt osmose til fjernelse af suspenderede faste stoffer, kolloidale partikler og organisk forurening fra vand, spildevand og industriafløb, fx fra følgende industrier: tekstilindustrien, pulp- og papirindustrien, sukkerfabrikker, kemiske industrier, garvningsindustrien, miner, drikkevareindustrien, bryggerier, spritfabrikker, fødevareindustrien, fermenteringsindustrien, lægemiddelindustrien og andre behandlingsindustrier;

6) filtrering af suspensioner af faste stoffer med ringe sedimentationsegenskaber; og

7) som erstatning for og forbedring af sedimentations- eller andre separationsindretninger i reaktoranlæg, der er afhængige af separation og recirkulering af faste stoffer, biomasse eller andre materialer, fx i forskellige former for aerobe, iltfattige eller anaerobe fermentorer

til spildevandsbehandling eller generel fermentering eller andre biologiske eller biokemiske processer.

Filterunderstøtningens tykkelse er afstanden fra flade til flade af en enkelt af rørets vægge uden hensyntagen til tilfældige fremspring og er til mange anvendelser fortrinsvis ikke større end 1 mm. En simpel måling kan foretages ved anbringelse af den respektive væg på en plan plade, anbringelse af en tynd glasplade ovenpå og måling af den gennemsnitlige afstand mellem glaspladen og pladen. Tykkelsen er tykkelsen af væggen, således som denne ville forekomme i filteret før start, dvs. uden hensyntagen til eventuelle lag eller en eventuel membran aflejret på filterunderstøtningen enten til præparering af understøtningen til filtrering eller som et lag af tilbageholdt materiale under filtrering. Hvis rørvæggen er af flerlagstypen, skal rørvæggen som et hele stadig være fleksibel og fortrinsvis have en tykkelse på ikke mere end 1 mm. Den foretrukne maksimale tykkelse er 0,6 mm til 0,8 mm, og i praksis har tykkelser på 0,24 mm og 0,33 mm været benyttet.

Den foretrukne filterunderstøtning er et fleksibelt tekstilprodukt eller stof fremstillet af naturlige, kunstige eller syntetiske fibre, filamenter eller garn eller en kombination deraf i spundet eller kontinuerlig form og af monofilament- eller multifilamentformer af enten et enkelt materiale eller blandinger af fx syntetiske polymerer såsom polyester, nylon og polypropylen, naturfibre såsom bomuld, glascarbon, glasfibre, carbonfibre og rustfrie stålfibre. Normalt vil fibrene, filamenterne eller garnerne være samlet i filterunderstøtningen ved en vævnings-, knytnings-, striknings-, ikkevævnings- eller stingbindingsproces til tilvejebringelse af en billig, meget fleksibel og selvunderstøttende filterunderstøtning med passende trykegenskaber.

Udtrykt generelt kan man sige, at hvis de to lag er af tekstilmateriale, kan den sammenhængende følge af ved siden af hinanden placerede rør dannes ved sammenfletning ved sømmene. Hvis filterundersøtningen er vævet, og det vævede materiale er dannet af tråde, der strækker sig i rørenes længderetning, og tråde, der strækker sig i tværgående retning i forhold til rørene, kan sammenfletningen opnås, hvis de tværgående tråde af et lag ved sømmene passerer til den modsatte side, idet de langsgående og tværgående tråde fortrinsvis er henholdsvis kæde- og skudtråde.

I forbindelse med et tekstilstof er den foretrukne konstruktion et dobbelt klæde, i hvilken konstruktion hver væg eller hvert lag af det dobbelte klæde er et homogent og tætkonstrueret enkelt klæde i sig selv. Konstruktionen med det dobbelte klæde er udformet på en sådan måde, at kontinuerlige og isolerede rør dannes som en følge af ved

siden af hinanden placerede rør i én retning, der sædvanligvis i forbindelse med vævede eller strikkede filterunderstøtninger er kædetrådsretningen.

I forbindelse med vævede filterunderstøtninger er der forskellige vævninger til fremstillingen af rør (kipervævning, lærredsvævning, java- eller panamavævning, kortvævning eller kombinationer af disse). Kipervævning er et foretrukket vævning, der tilvejebringer hensigtsmæssig tæthed samt en filtreringskapacitet med stor flux, idet der ved hensigsmæssig tæthed undgås småhulslækager under tryk.

I forbindelse med filterunderstøtninger, der kræver meget stor styrke, kan der i hvert lag benyttes en vævet tre- eller firelagskonstruktion.

Filterunderstøtningens fleksibilitet gør rensning let, fx ved returskylning, og tillader samling til fx et spiralformet modul uden dannelse af folder og samling til et lineært udformet modul uden væsentlige opstillingsproblemer. Filterunderstøtningen er fortrinsvis fremstillet i store længder til minimering af antallet af nødvendige samlingsforbindelser, hvilke store længder kan samles til moduler. Filterunderstøtningen er af en tæt konstruktion og er fortrinsvis af en konstruktion, som minimerer indespærring af partikler i selve filterunderstøtningen, dvs. som tilvejebringer let rensning og giver kun lidt poretilstopning.

Den foretrukne filterunderstøtningskonstruktion til anvendelser, der kræver et membranlag eller en præcoating, er i stand til at separere partikler såsom aluminium- eller jernhydroxidflok, diatoméjordpartikler, bentonit eller andre lignende filtreringshjælpemidler fra and, når filterunderstøtningen udsættes for et tryk i området 10-1000 kPa.

Filtreringsevnen afhænger af filterunderstøtningen og af egenskaberne af et eventuelt lag eller en eventuel membran, som er aflejret på filterunderstøtningen. Laget eller membranen kan være selvhelende, hvis laget eller membranen beskadiges eller perforeres. Laget kan dannes af bestanddele af indfødningsfluidumet eller ved aflejring af et specifikt lag af fx hydroxidflok. Multilagscoatinger kan benyttes, i hvilket tilfælde en første coating af fx kiselgur, bentonit eller cellulose er overlejret med en anden coating af fx et metalhydroxid såsom jern-, aluminium- eller zirconiumhydroxid. Generelt er teknikken til påføring af coatinger velkendt. De forskellige mulige driftsmåder kan kategoriseres som følger:

1) ubehandlet filterunderstøtning,

2) inerte filtreringshjælpemidler (fx diatoméjord, bentonit, aktiveret silica, asbestfibre eller cellulosiske fibre), som tilsættes indfødningsmaterialet,
3) metalhydroxid (fx jern-, aluminium- eller calciumhydroxid), som tilføres indfødningsmaterialet og
4) andre materialer, forbindelser eller coatinger, der er kemisk bundet eller på anden måde fastgjort til filterunderstøtningen, sædvanligvis før anbringelse.

Ved udnyttelse af den foreliggende opfindelse foretrækkes det til visse anvendelser at undgå tilsætning af koaguleringsmidler til indfødningsmaterialet undtagen under en initiel indfødning til tilvejebringelse af et præcoatinglag eller en membran. Selv til behandling af vand til drikkebrug kan kontinuerlig dosering af koaguleringsmidler eller andre vandbehandlingskemikalier være unødvendig, når først præcoatinglaget er dannet.

Den indre diameter af rørene i følgen af rør kan fx være fra 5 eller 10 til 40 mm eller op til 200 mm. Fordelene ved et rør er en lav pris, høj sprængningsstyrke og holdbarhed, og rør gør det muligt uden vanskelighed at tilvejebringe moduler og er ligeledes mindre tilbøjelige til at tilstoppe. En følge af rør kan tilvejebringe et enkelt modul, fx kan følgen i forbindelse med rør med en indre diameter på 25 mm have 22-46 rør, idet der benyttes standardvævebredder på 1-2 meter i forbindelse med en vævet filterunderstøtning, og kan være flere hundrede meter lang. En følge på 100 meter og med 22 rør med en indre diameter på 25 mm har et filtreringsareal på 170 m^2. Rørenes levetid kan være 1-3 år afhængigt af anvendelsens barskhed.

Filterunderstøtningen vil normalt udgøre en del af et udskifteligt modul, der vil bestå af følgen af rør, rørforbindelseshoveder, slanger og ventiler. De enkelte rør i følgen kan være forbundet parallelt eller i serie eller i parallel/seriekombination.

Opfindelsen vil i det følgende blive nærmere beskrevet under henvisning til tegningen, på hvilken
fig. 1 i hovedsagen skematisk viser "batch"-filtrering i overensstemmelse med opfindelsen,
fig. 2 i hovedsagen skematisk viser indfødnings- og aftapningsfiltrering ("feed"- og "bleed"-filtrering) i overensstemmelse med opfindelsen,
fig. 3 i hovedsagen skematisk viser seriel "taper"-filtrering i overensstemmelse med opfindelsen,
fig. 4 i hovedsagen skematisk viser kontinuerlig afløbsfiltrering i overensstemmelse med opfindelsen,

fig. 5 viser et første filter ifølge opfindelsen, vist adskilt og isometrisk (der er ligeledes vist to detaljer),
fig. 6 viser det i fig. 5 viste filter i plan afbildning,
fig. 7 viser et lodret snit efter linjen VII-VII i fig. 6,
fig. 8 viser en detalje ved fig. 7, idet der vises en del af rensehovedet,
fig. 9 og 10 viser tværsnit gennem den i fig. 5 til 8 viste filterunderstøtning, vist i større målestok og skematisk, idet fig. 9 viser filterunderstøtningen udspændt, og idet fig. 10 viser filterunderstøtningerne uspændt,
fig. 11 og 12 skematisk viser et lodret snit og en plan afbildning (i mindre skala) af et andet filter ifølge opfindelsen,
fig. 13 viser et tredje filter ifølge opfindelsen,
fig. 14 og 15 er en skematisk isometrisk afbildning og et skematisk lodret snit gennem et fjerde filter ifølge opfindelsen,
fig. 16 er en del af et lodret snit visende en alternative rensemetode,
fig. 17 viser i større målestok en filterunderstøtning ifølge opfindelsen, idet der vises én type kipervævning, som benyttes i forbindelse med en vævet dobbelt klædefilterunderstøtning, og
fig. 18a og 18b viser et vævningsdiagram for en anden filterunderstøtning ifølge opfindelsen, idet fig. 18b er en fortsættelse af højre side af fig. 18a.

I fig. 1 til 3 er vist, at "batch"-koncentrering, indfødnings- og aftapningsfiltrering ("feed"- og "bleed"-filtrering) eller kontinuerlig enkeltpassage-filtrering er mulig. Fig. 1 til 3 viser føde-, recirkulerings-, koncentrat- og permeatledninger 1, 2, 3 og 4, oplagringsbeholdere 5, reguleringsventiler 6, pumper 7, krydsstrømsmikrofiltre 8 i overensstemmelse med opfindelsen og returtryksventiler 9.

Fig. 3 viser en seriel "taper"-moduludformning af den type, der ville blive benyttet ved kontinuerlig drift i et stort anlæg; fx kan antallet af filtre 8 i de enkelte trin være 16, 8, 4, 2 og 1, og der kan opnås fx 50%'s eller 60%'s vandgenvinding pr. trin. Mellem trinnene kan det være nødvendigt at etablere pumpning.

Fig. 4 viser behandlingen af primært kloakvandafløb under anvendelse af en aktiveret slamproces. Fødeledningen 1 afgiver spildevand til en indretning 10 til sigtning og fjernelse af sandkorn og derefter til en primær sedimentationstank 11, idet der er vist en slamledning 12. Fra tanken 11 ledes indfødningsfluidumet til en reaktor, der har form af en luftningsbeholder 13 til aktiveret slam. Slam fjernes kontinuerligt fra beholderen 13 ved hjælp af pumpen 7, men koncentreret slam ledes tilbage via ledningen 2, idet det kasserede koncentrat (overskydende

slam) ledes bort via ledningen 3. Som følge af filteret 8's evne til at arbejde kontinuerligt i lange perioder kan beholderen 13 arbejde med meget høje slamkoncentrationer på op til endog 15% (tørvægt).

Fig. 5 til 10 viser en spiraludformning af en filterunderstøtning 21 ifølge opfindelsen. Filterunderstøtningen 21 har form af en integreret dobbeltklædefølge, der danner et stort antal rør (se fig. 9 og 10). Filterunderstøtningen 21 kan være som beskrevet nedenfor i eksempel 1. Filterunderstøtningen 21 er indeholdt i en cylindrisk permeattank 22 og er ophængt på plads ved hjælp af en rustfri stålspiral 23 eller anden passende understøtning, over hvilken det øverste rør er ført (eller til hvilken røret er fastgjort), og som igen er ophængt fx i en understøtningsdel 24 med indsnit ved hjælp af rustfrie stålkroge 25 eller ved en anden passende ophængningsmetode. Passende lodder 26 kan være indføjet i filterunderstøtningen 21's nederste rør for at bringe filterunderstøtningen til at hænge lodret. De øvrige rør er til rådighed for filtreringsoperationen.

Føde- og tilbageføringsforbindelser 27 er etableret ved enderne af rørene, og disse forbindelser 27 kan, hvis dette ønskes, være samlet i manifolder, idet de enkelte forbindelser til rørene kan ændres efter de aktuelle anvendelser. I fig. 7 er vist én mulig konstruktion (de eneste viste manifolder er dem, der er i det indre af spiralen). Forbindelserne 27 vil lukke af for et kort stykke ved enden af hvert filterrør, men stykket er meget lille i forhold til det ubrudte areal, mindre end 1%. Pumpen 7 er forbundet til fødeledningen 1. Som det fremgår af figuren, løber permeatet fra ydersiden af filterunderstøtningen 21 og opsamles i bunden af tanken 22.

I fig. 6 til 8 er skematisk vist et rensehoved 28, der omfatter to ben, og som er indrettet til at blive ført langs en spiralformet bane mellem filterunderstøtningen 21's vindinger og udsprøjter et fluidum fra hvert ben i modsatte radiale retninger mod filterunderstøtningen 21 for at rense og stabilisere filterunderstøtningen 21 under rensningsoperationen. Med indbyrdes afstand kan der på benene være anbragt fx passende dyser. Rensehovedet 28's ben består af rør, der er forbundet til et fluidumsafgivelsessystemrør 30 via et fleksibelt rør 29.

Ved opstart tilføres der fra en fødetank (ikke vist) en præcoating, der recirkuleres, indtil membranfluxen angiver, at der er påført tilstrækkelig præcoating. Der foretages derefter en normal filtreringscyklus, der strækker sig over en længere periode. Når rensning er påkrævet, enten ved forudbestemte tidsintervaller eller ved en reduktion af membranfluxen til en minimumsværdi, afbrydes indfødningen, eller den foretages med en reduceret strømningshastighed, hvilket

medfører afspænding af rørene i filterunderstøtningen. Der pumpes rensevand gennem rensehovedet 28, hvorved filterunderstøtningen bøjes indefter i begge retninger (forfra og bagfra), porerne åbnes, og der afgives partikler fra filterunderstøtningen. Rensehovedet 28 bevæger sig langsomt langs filterunderstøtningen 21's spiralbane. Skyllevandet, både udenfor og inde i rørene, ledes tilbage til forsyningstanken 5 eller tappes af. I forbindelse med store aflejringer på indersiden af filterunderstøtningen 21's rør foretrækkes det, at fødestrømmen ledes til rørene for at forhindre akkumulering af aflejringerne i rørene og eventuelle tilstopninger.

Rensefluidumet eller -væsken, som tilføres rensehovedet 28, kan i stedet være trykluft eller en anden gas, blandinger af luft eller en anden gas og vand og kan indeholde rensekemikalier.

I fig. 11 og 12 er vist en anden opstilling til anvendelse af den samme filterunderstøtning 21 (dog i en anden konfiguration). I dette tilfælde er der anbragt flere filterunderstøtninger 21 i en lineær konfiguration og understøttet af passende stel 31. I fig. 11 er detaljeret vist et lodret snit gennem et rørformet metalunderstøtningsstel 31, og fig. 12 viser en generel plan afbildning af understøtningsstellene 31 og longitudinale understøtningsdele 32. Stellene 31 er anbragt med passende intervaller bestemt af bygningskonstruktionsmæssige betragtninger. Filterunderstøtningerne 21 er ophængt på plads ved hjælp af en rustfri ståldel eller andre egnede understøtningsdele 23, over hvilke(n) det øverste rør er ført eller på anden måde fastgjort, og som igen er fastgjort til en longitudinal understøtningsdel 32. De longitudinale eller langsgående understøtningsdele 32 er fastgjort til stellene 31 og strækker sig kontinuerligt i længderetningen over filterunderstøtningerne 21's længde.

Indfødnings- og tilbageføringsforbindelserne til enderne af filterunderstøtningen 21's rør svarer til de i fig. 5-10 viste. Til opsamling af permeatet fra filterunderstøtningen benyttes der en rektangulær opsamlingstank 22. Flere rensehoveder 28, der bevæges i længderetningen, drives på samme måde som beskrevet under henvisning til fig. 6-8. Rensehovederne bæres på en vogn 33, der kører på dele 34, og øverste dele 35 forskydes langs de longitudinale dele 32's sider.

I fig. 13 er vist en anden filteropstilling med benyttelse af den ovenfor beskrevne flerrørsfølge 21. En tank 44 er profileret således, at den følger overfladeprofilen af følgen 21 med tilstrækkeligt mellemrum til at forhindre, at følgen 21 rører tanken 44's sider. En

tilsvarende opstilling kunne benyttes til forbindelserne 27 i det i fig. 5 til 10 viste filter.

I fig. 14 og 15 er vist et billigt filter. En flerrørsfølge 21 understøttes af fastholdelsesreb 51, der er fastgjort til stænger 52. I fig. 15 er vist to følger 21, af hvilke den ene er placeret over den anden, men der kan være tilvejebragt en enkelt følge eller parallelle sæt følger. Følgen/-erne 21 er dækket af et forhæng 53, der hænger ned på hver side, og som kan være af plastfilm eller plastfolie såsom polyethylen eller polypropylen. Forhænget 53 hænger ned i et opsamlingstrug 54, i hvilket permeatet opsamles. Hvert stykke af flerrørsfølgen 21 kunne være op til fx 80 m lang, idet et stykke på 10 m kunne filtrere 3-4 m^2 pr. time, hvilket er en tilstrækkelig vandmængde til forsyning af en mindre landsby. En håndbetjent dyse kan benyttes til returskylning.

I fig. 16 er vist en rensningsopstilling, i hvilken stænger 61 (der kan have form af valser) bevæges langs yderfladen af hver side af filterunderstøtningen 21. Stængerne 61 har en diameter på 50% til 100% af diameteren af et enkelt rør i understøtningen 21. Stængerne 61 bøjer begge sider af filterunderstøtningen indefter og er vist som reducerende rørets diameter med ca. 50%, men reduktionen kunne udgøre ca. 5%, 25%, 75%, 90% eller 100% (helt lukket), afhængigt af omstændighederne. Stængerne 61 løsner materialet på filterunderstøtningen 21 og renser derved denne. Mere specielt formodes det, at der i filteret dannes en venturihals (forudsat at rørene ikke er helt lukkede), og at der kan suges luft ind gennem filteret (den samme virkning kan opnås med de mod hinanden rettede luftstråler, jf. fig. 6 til 8). Denne form for rensning har vist sig at være effektiv i forbindelse med filtrering af suspenderet materiale af floktypen.

Stængerne 61 bør indgribe med alle rørene i filterunderstøtningen, der kan være som i fig. 5-10 eller som i fig. 11 og 12, idet stængerne 61 er monteret på samme måde som (og i stedet for) rensehovederne 28. En alternativ opstilling indebærer ophængning af filterunderstøtningen eller filterunderstøtningerne eller filterunderstøtningen 21 på en sådan måde, at til hinanden grænsende vindinger eller strækninger næsten rører hinanden, fx i en afstand på 1 mm, idet der er et antal, fx 5, vindinger eller strækninger af filterunderstøtning 21 mellem hvert par stænger, og idet hver vinding eller strækning klemmes sammen.

EKSEMPEL 1 (følge af rør)

En følge 21 af rør blev vævet som et kontinuerligt stof med en dobbelt klædekonstruktion med 24 rør dannet ved anbringelse af vævningen, "draft"- og "peg"-planet under vævningen til dannelse af kontinuerlige rør i klædets kæderetning adskilt af krydsningslinjer dannet ved vævningens sammenfletning (vist i fig. 18a og 18b). Ved anvendelse af bredere bomme, kunne antallet og bredden af rørene forøges. Andre måder at danne rør på end ved at anvende løbemasker eller skudgarnskrydsning omfatter efterfølgende syning, limning eller lignende.

Ét specifikt stof var som følger (tallene i parenteser angiver området for eller alternative tilsigtede værdier):

Bredde af bane	- 1050 mm (500 - 3000);
Længde af bane	- 95 m (0,5 eller 10-200);
Rørenes indre diameter	- 25 mm (5 eller 10-200);
Bredde af filterunderstøtning på én side af ét rør	- 39 mm;
Areal af filterunderstøtning dannet af én side af ét rør	- 3,7 m^2;
Totalt areal til rådighed for membranunderstøtning (22 rør)	- 163 m^2;
Sømbredde mellem rør	- 4,5 mm (1-5);
Kædetråd	- 80 ender pr. cm (25-80 eller 150);
Skudtråd	- 46 opsamlinger pr. cm (10-50 eller 100);
Vægt	- 434 g pr. m^2 (100 eller 200-1000 eller 1500) - dette er for begge lag og omfatter sømmene;
Vævning	- 2 x 2, vist i fig. 17 eller mere specifikt som vist i fig.

18a og 18b (kipervævning såsom 1 x 2 eller 2 x 1);

Garn - polyester (alternativer angivet andre steder);

Kædetråd - 280 g/10^4m (Decitex), 72 filamenter med en diameter på 18,8 µm pr. tråd, strækningsforlængelse ved brud 47% ± 12%, brudstyrke 10,7 N ± 12%, lav krympning, kompakt, stor fasthed;

Skudtråd - 440 g/10^4m (Decitex), 120 filamenter med en diameter på 18,2 µm pr. tråd, lufteksstureret, sammenfiltret;

Maskeåbning - ikke målt (5 eller 20-300 µm);

Åbent areal - ikke målt, men der var et tab på 15-21 m^3 pr. minut luft pr. m^2 af filterunderstøtningen ved 1,5 kPa;

Tykkelse af én rørvæg 0,33 mm (0,1-0,8);

Overhængende længde ved specifik fleksibilitetstest (se nedenfor) udført på to lidt forskellige prøver (A og B) af stof fremstillet i henhold til eksempel 1:40 og 56 mm (10-80 eller 100); i en tilsvarende test hang en 100 mm længde nedad med ca. 80° for begge prøver.

Fig. 18a og 18b er et konventionelt vævningsdiagram. Strimlen er taget på tværs af stoffets bredde og viser gentagelsesmønsteret, der vil blive gentaget et antal gange afhængigt af antallet af rør. I mønsteret er zonerne x sømmene (eller kanten), og zonerne y er rørene. Selve zonerne y vil blive gentaget afhængigt af rørets ønskede bredde, fx syv gange. En sort kvadrat angiver, hvor en kædetråd er løftet over en skudtråd. Der er vævet to klæder eller lag, det ene over det andet, men sammenfletning af begge lag optræder ved kanterne og ved sømmene. Konstruktionen er en sådan, at kædetrådene af ét lag af ét rør da bliver kædetrådene i det andet lag af naborøret. En strimmel af ikke helt hærdet polyvinylchloridopløsning påføres langs sømmene (fx ved en proces såsom "Zimmercoating") på den ene side eller begge sider af stoffet efter vævning til imprægnering af stoffet. Denne strimmel kan

være bredere end sømmen, fx 15 mm bredt. Derefter opvarmes stoffet til ca. 170°C på en klæderamme eller en lignende indretning til fuldstændig hærdning af polyvinylchloridet. Strimlerne bliver bundet til den vævede polyester og danner en stærk, holdbar forsegling til zonerne eller sømmene, hvor de to lag af stoffet er forbundet. Dette forhindrer drypning eller udsivning ved sømmene og reducerer den tid, der kræves til præcoating. Strimlerne kan også påføres kanterne. Under opvarmningsprocessen kan stoffet varmekrympes eller varmehærdes.

Stoffet er af en sådan type, at når det udsættes for et tryk på 600 kPa over en periode på 3 år, forøges tværsnitsarealet af røret dannet af stoffet ved plastisk vandring ikke mere end 5%. Hvis der optræder for stor udvidelsesevne enten ved initiel trykpåvirkning og/eller som følge af plastisk vandring, vil der være en uacceptabel gennemsivning, idet en lav udvidelsesevne er mindre end 10% eller fortrinsvis 5%.

Rørene er meget fleksible, og når de ikke er under tryk, klapper de sammen således, at rørenes tværsnit ikke længere er cirkulære, men nærmer sig en plan polygon med en afstand på 1 mm mellem de to længere sider (sammenlign fig. 9 og 10).

Den foretrukne filterunderstøtningsrørstruktur, som inkorporerer stor fleksibilitet, vævningstæthed til opnåelse af separation af suspenderede faste stoffer og er af en vævningstype, der letter rensning, skal desuden tilvejebringe en passende trykmodstandsdygtighed, der tillader, at store rørlængder (op til 200 m) kan forbindes i serie eller parallelt. Trykkene er udtrykt som relative tryk, dvs. trykforskellen mellem det indre og det ydre af rørene. Hvis brudstyrken overstiger en vis værdi, udtrykt som brudtrykket, skal sømmene være stærke nok til at modstå en sådan værdi. Minimumrørbrudtrykket er 400 kPa. Foretrukne rørbrudtryk ligger over 1000 kPa og op til 8000 kPa afhængig af den aktuelle filterunderstøtning. I forbindelse med vævede filterunderstøtninger vælges vævningsmønsteret og typerne af fiber, filamenter eller garner således, at åbning af filterunderstøtningens porer minimeres ved drift under tryk.

På store længder af filterunderstøtning eller af rør, der udgør filterunderstøtningen, kan friktionstrykfaldet være stort, og mellemliggende pumpning kan være nødvendig til højhastighedsanvendelser. Trykmodstandsdygtigheden bør være sådan, at store rørlængder (op til 200 m) kan forbindes i serie.

Praktiske hastigheder ligger sædvanligvis i området 1-3 eller 5 m/s, idet et trykfald på 65-2500 kPa må forventes for en rørlængde på 100 m

og med en indre diameter på 25 mm. Man kan sigte mod en hastighed på fx 3 m/s ved rørets indløbsende og 1 m/s ved udløbsenden. Den indre vandflux overstiger sædvanligvis 1500 l/m^2h ved 150 kPa, men denne flux reduceres sædvanligvis ved tilføjelse af præcoatingen i en grad, som afhænger af de benyttede kemikalier og materialer.

I tabel 1 er angivet information om modulstørrelser for rør med en indre diameter på 25 mm, som beskrevet ovenfor, og bestående af 22 rør pr. modul. Til de eksperimentelle formål blev det i fig. 5 til 10 viste filter benyttet. Modulerne blev monteret i en tank, hvis dimensioner (diameter x højde) er angivet i tabel 1.

Tabel 1

Rørlængde i m:	50	100	200
Membranareal i m^2:	85	170	340
Tankdimensioner i m:	1,7 x 1,2	2,2 x 1,2	3,0 x 1,2

EKSEMPEL 2 (proces)

Som eksempel blev en "batch"-koncentrationsfunktionsmåde anvendt på basis af minimumsudgangshastigheden. Filteret var som det i fig. 5-7 viste, tanken var 1,2 m høj, opstillingen var som vist i fig. 1, og filterunderstøtningen var som den i eksempel 1 angivne. Detaljerne var som følger:

Projekteret strøm	1000 m^3/d
Projekteret flux	250 l/m^2xh (6 m^3/m^2xd)
Projekteret suspenderede faste stoffer i indfødningsmaterialet	50 mg/l
Minimal rørhastighed	1 m/s
Vandgenvinding	98%
Parallelforbindelse	
Beregnet udløbsstrøm	935 m^3/d (1 m/s)
Beregnet indløbsstrøm	1915 m^3/d (2,1 m/s)
Membranareal	163 m^2
Rørlængde	95 m
Trykfald	140 kPa
Trykområde	340 kPa (indløbstryk)
	- 200 kPa (udløbstryk)
Slutkoncentration af suspenderede faste stoffer	2500 mg/l

Ved reduktion af antallet af parallelle rør og forøgelse af rørlængden ville pumpningsvolumenet blive reduceret.

EKSEMPEL 3 (specifik proces)

En lille forsøgsenhed blev opbygget på en fabrik til behandling af fabriksafløb til fjernelse af organisk materiale og suspenderede faste stoffer. Afløbet blev doseret med 25 mg/l Fe^{+++} som jernsulfat. Driftsbetingelserne var som følger:

Filter	som i fig. 5 til 10
Filterunderstøtning	som i eksempel 1
Membran	selvdannet
Indløbstryk	240-420 kPa
Udløbstryk	40-65 kPa
Temperatur	omgivelsestemperatur
Filterrørareal	11 m^2

Permeatfluxen var 250-320 l/m^2h inden for dette driftsbetingelsesområde for en "batch"-koncentration af indfødningsmaterialet til filteret på 7600-21.500 mg/l suspenderede faste stoffer målt ved filterets kasseringsende. Permeatet (produktet) indeholdt mindre end 0,3 mg/l suspenderede faste stoffer.

Andre specifikke anvendelser

Andre specifikke anvendelser er:

- Behandling af aktiveret slamklaringsoverløb med både hushold nings- og fabriksafløb før omvendt osmose,

- behandling af kølevandsudblæsning ("cooling water blowdown") før omvendt osmose,

- behandling af olieraffinaderiafløb med sporolie og kolloidale/-suspenderede partikler før omvendt osmose,

- fjernelse af kolloidalt jern fra kondensatsløjfer (fx kraftværker med tørkøling),

- behandling af pulp-/papirafløb, fx calciumsulfit-pulpningsvaskevæske, papirmaskineklaringsoverløbafløb, papirmaskinenudelafløb, afløb fra chloreringstrin i pulpmøller og papirmaskinespildevand i almindelighed,

- behandling af garveriafløb af tre forskellige typer, nemlig fra skindkonservering, fra "wet-blue" garverier og fra kombineret kalkbehandling, kalkvaskning og chromvaskning,

- filtrering af fermenteringsvæsker,

- behandling af gærfabriksafløb,

- behandling af tekstilpolyesterfarvningsafløb,

- behandling af afløb fra trykkerier,

- vandbehandling til fjernelse af uorganiske komponenter såsom udfældet calcium- og eventuel magnesiumhårdhed i forbindelse med blødgøring af vand,

- fjernelse af phosphater,

- emballerede vandforsyningsenheder,

- udvikling til et billigt membransystem til delvis saltafvisning,

- i et anoxisk afløbsbehandlingssystem til denitrificering af vand (reduktion af nitrat koncentration), idet en biomasse frembringes aerobt ved tilførsel af en passende organisk forbindelse såsom methanol til en simpel, ensartet blandet beluftet fermentor, som er podet med fx aktiveret slam; når biomassen har udviklet sig til en tilstrækkelig koncentration, tilføres vand indeholdende nitrat, og beluftningen afbrydes, hvorved de organiske forbindelser, fx methanol, som tilvejebringer den til biomassen nødvendige oxygen og reducerer nitration til gasformigt nitrogen. Biomassen separeres ved hjælp af filteret ifølge opfindelsen og ledes tilbage til fermentoren, idet permeatet er denitrificeret vand, og

- erstatning af sedimentationstrinnet i en anaerob kontaktreaktor med filteret ifølge opfindelsen for at muliggøre drift med større koncentrationer af biomasse og dermed kortere opholdstider.

Fleksibilitetsafprøvning

En specifik fleksibilitetstest (SFT) blev indledningsvist udført på det i eksempel 1 beskrevne stof til bestemmelse af den udhængende eller overhængende længde, som gav en nedhængningsvinkel eller hældningsvinkel på 45°. Det er senere blevet erkendt, at der findes en tilsvarende test i British Standard (BS) 3356: 1961, idet den eneste

væsentlige forskel i proceduren er anvendelsen af en hældningsvinkel på 41,5°. SFT er derfor en test ifølge BS 3356: 1961, men med anvendelse af en vinkel på 45° i stedet for den i BS-testen anvendte vinkel på 41,5°. Overhængslængden er imidlertid angivet som sådan, hvormed den i BS-testen angivne "bøjningslængde" er halvdelen af overhængslængden. I det aktuelle område syntes korrelationen god, idet BS-bøjningslængden er lig med SFT-overhængslængden divideret med 2,1 (se tabel 2 nedenfor). I tabel 2 og 3 nedenfor er de med stjerne angivne værdier beregnet på denne basis.

Ved testen udskæres en rektangulær strimmel af en enkelt væg af den rørformede filterunderstøtning således, at rørets akse er parallel med rektangelets lange side; hvis sømmene er coatede, bør strimlen udskæres på en sådan måde, at den ikke omfatter nogen coating. Da en sådan strimmel kun vil give den "aksiale" bøjningslængde eller overhæng for et rør, kan fleksibiliteten i en retning i en vinkel på 90° skønnes, hvilket giver en transversal bøjningslængde eller et transversalt overhæng. De "aksiale" og "transversale" bøjningsstivheder er fortrinsvis af samme størrelsesorden, og det foretrækkes, at den ene stivhed ikke er mere end ti eller fem gange, fortrinsvis tre gange så stor som den anden. Mere generelt foretrækkes det, at bøjningsstivheden er omtrentlig ens i alle retninger, idet bøjningsstivheden i en vilkårlig retning fortrinsvis ikke er mere end ti eller fem eller tre gange så stor som bøjningsstivheden i en vilkårlig anden retning. Rørets diameter var for lille til frembringelse af rigtige forsøgsstrimler til transversale målinger, og der blev foretaget skøn under anvendelse af strimler skåret på tværs af rørfølgen, idet bøjningen blev sammenlignet med bøjningen for hele rør i den aksiale retning; i alle tilfælde blev røret udfladet med de modstående vægge i kontakt med hinanden. I tabel 4 er sådanne resultater angivet. Der kunne ikke opnås transversale resultater for brandslangen, men det formodedes, at den transversale bøjningsstivhed var meget større end den aksiale bøjningsstivhed.

De i nærværende beskrivelse angivne forsøgsresultater eliminerer ikke virkningen af materialets vægt. I forbindelse med et snævert vægtområde, således som i de foretrukne udførelsesformer for opfindelsen, er dette forhold ikke af større betydning. BS 3356: 1961 forklarer, hvorledes man opnår en vægtkorrigeret værdi, nemlig bøjningsstivheden. En ækvivalerende SFT vægtkorrigeret værdi eller SFTstivhed kan fås ud fra formlen $0,1\ W_1L^3$, hvor W_1 er vægten i g/m^2, og L er overhængslængden i cm. De oprindelige forsøg blev foretaget på et dobbeltlagsstof med en vægt på 434 g/m^2 (enkeltvægsvægt 217 g/m^2), idet den faktiske overhængslængde var 40 mm, men det foretrukne maksimum var 80 eller 100 mm. Disse længder giver foretrukne maksimale BS-bøjningslængder på ca.

38 eller 48 mm (fx 40 eller 50 mm), maksimale SFT-stivheder på 11.110,4 eller 21.700 mg x cm (fx 11.100 eller 22.000 mg x cm) og maksimale BS-bøjningsstivheder på 1191 eller 2400 mg x cm (fx 1200 eller 2400 eller fortrinsvis 2500 mg x cm).

I tabellerne 2 til 4 nedenfor er middelforsøgsresultaterne angivet for fire egnede prøver og for en relativt fleksibel brandslangekarkasse. Prøverne A og B er som for eksempel 1, og prøverne C og D blev fremstillet som i eksempel 1, men vævet med 22 rør (og prøve C med en lidt forskellig vævning). Strimlerne blev udskåret til 200 x 25 mm.

Tabel 2

	BS overhængslængde i mm	SFT overhængslængde i mm	Forhold SFT/BS
Prøve A	38,0*	40,0	1,05*
Prøve B	52,1	56,0	1,07
Prøve C	48,5	51,4	1,06
Prøve D	69,3	72,9	1,05
Brandslangekarkasse	77,9	81,2	1,04

Tabel 3

	BS bøjningslængde i cm	BS bøjningsstivhed mg x cm	SFT overhængslængde i cm	SFT stivhed i mg x cm	Vægt i g/m^2
Prøve A	1,90*	149*	4,00	1389	217
Prøve B	2,60	368	5,60	3670	209
Prøve C	2,43	267	5,14	2526	186
Prøve D	3,46	868	7,29	8097	209
Brandslangekarkasse	3,90	5101	8,12	46150	862

Tabel 4

	BS bøjningslængde (rør) i cm	BS bøjningsstivhed (rør) i mgxcm	SFT overhængslængde (rør) i cm	SFT stivhed (rør) i mgxcm	Vægt i g/m^2
Prøve A rør (aksial)	4,68	4449	9,68	39366	434
Prøve A rør (transversal)	3,50	1861	7,20	16199	434
Brandslangekarkasserør (aksial)	7,30	67533	15,9	697816	1736

PATENTKRAV

1. Fleksibel filterunderstøtning (21) til brug ved mikrofiltrering, ultrafiltrering eller omvendt osmose,
k e n d e t e g n e t ved, at den omfatter et materiale med to lag, som er forbundet ved parallelle og med indbyrdes afstand placerede sømme til dannelse af en sammenhængende følge af ved siden af hinanden placerede, kontinuerlige, enkelte rør, i hvilke det fluidum, der skal filtreres, tilføres, idet hver væg af hvert rør er meget fleksibel og indspændes under filtreringen, når rørene er under det tilførte fødetryk, alene som følge af trækkræfter i selve væggen, og idet sømmene er tilstrækkeligt stærke til at modstå et relativt tryk på 400 kPa i rørene, og rørene har en indre diameter på mindst 5 mm.

2. Filterunderstøtning ifølge krav 1,
k e n d e t e g n e t ved, at rørene har en indre diameter på mindst 10 mm.

3. Filterunderstøtning ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at filterunderstøtningens (21) fleksibilitet er således, at den udhængende længde for et enkelt lag af filterunderstøtningen (21) i mindst én retning ikke er mere end 100 mm i den i nærværende beskrivelse beskrevne specifikke fleksibilitetstest.

4. Filterunderstøtning ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at bøjningsstivheden af et enkelt lag af filterunderstøtningen (21) ikke er større end 22.000 mg x cm i mindst én retning i den i nærværende beskrivelse beskrevne specifikke fleksibilitetstest.

5. Filterunderstøtning ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at bøjningsstivheden for et enkelt lag af filterunderstøtningen (21) i mindst én retning ikke er større end 2500 mg x cm ved en test ifølge Britisk Standard 3356:1961.

6. Filterunderstøtning ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at bøjningsstivheden for et enkelt lag af filterunderstøtningen (21, 41) i en vilkårlig retning ikke er mere end 10 gange bøjningsstivheden i en vilkårlig anden retning.

7. Filterunderstøtning ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at de to lag er af tekstilmateriale og er sammenflettet ved sømmene.

8. Filterunderstøtning ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at filterunderstøtningen (21) er vævet.

9. Filterunderstøtning ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t ved, at vævningen er dannet af tråde, der strækker sig i rørenes længderetning, og tråde, der strækker sig i tværgående retning i forhold til rørene, og at sømmene er blevet dannet under vævningen.

10. Filterunderstøtning ifølge krav 9, k e n d e t e g n e t ved, at de tværgående tråde af ét lag af ét rør bliver de tværgående tråde i det andet lag af naborøret, idet de tværgående tråde derved krydser over ved sømmene.

11. Filterunderstøtning ifølge krav 9 eller 10, k e n d e t e g n e t ved, at de langsgående og tværgående tråde er henholdsvis kæde- og skudtråde.

12. Filterunderstøtning ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at hvert lag i filterunderstøtningen (21) har en vægtykkelse på højst 1 mm.

13. Krydsstrømsfilter (8), k e n d e t e g n e t ved, at det omfatter en fleksibel filterunderstøtning (21) ifølge et hvilket som helst af de foregående krav og en ledning (27) til indfødning af det fluidum, der skal filtreres, til filterunderstøtningen (21).

14. Filter ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at renseorganer (28 eller 61) kan bevæges i forhold til filterunderstøtningen (21) langs ydersiden af filterunderstøtningen (21) for at bøje rørenes vægge indefter og løsne materiale på væggene og derved rense filterunderstøtningen (21).

15. Filter ifølge krav 14, k e n d e t e g n e t ved, at de respektive renseorganer (28 eller 61) kan bevæges langs ydersiden af hver væg af de respektive rør for at bøje væggene indefter og løsne materiale på væggene og derved rense filterunderstøtningen (21).

16. Filter ifølge krav 14, k e n d e t e g n e t ved, at renseorganerne omfatter et rensehoved (28), der kan bevæges i forhold til filterunderstøtningen (21), til at udsende mindst én fluidumstråle mod rørenes respektive vægge i retningen modsat filtreringsretningen, hvorved væggene bøjes indefter.

17. Filter ifølge krav 16, k e n d e t e g n e t ved, at respektive fluidumstråler påføres i modsatte retninger til de modsatte vægge af de respektive rør.

18. Filter ifølge krav 14 eller 15, k e n d e t e g n e t ved, at renseorganerne er en del (61), som kommer i fysisk kontakt med rørets respektive væg.

19. Filter ifølge et hvilket som helst af kravene 13-18, k e n d e t e g n e t ved, at filterunderstøtningen (21) har form af en spiral med mellemrum mellem vindingerne, idet rørene strækker sig i

en spiralkonfiguration, således at indfødningsmaterialet ledes rundt i spiralen.

20. Filter ifølge et hvilket som helst af kravene 13-18, k e n d e t e g n e t ved, at et antal af filterunderstøtningerne (21) er placeret parallelt med og med afstand til hinanden.

21. Fremgangsmåde til krydsstrømsfiltrering af et fluidum ved mikrofiltrering, ultrafiltrering eller omvendt osmose, k e n d e t e g n e t ved, at fremgangsmåden omfatter anvendelse af et filter (8) med en fleksibel filterunderstøtning (21) placeret således, at der er en ubrudt filterzone med et betydeligt areal, og anvendelse af en ledning (27) til tilførsel af det fluidum, der skal filtreres, til filterunderstøtningen (21), hvilken filterunderstøtning (21) har form af et materiale med to lag, som er forbundet ved parallelle og med indbyrdes afstand placerede forbindelseszoner til dannelse af en sammenhængende følge af ved siden af hinanden placerede, kontinuerlige, enkelte rør, idet ledningen (27) tilfører fluidumet til hvert af rørene, og idet hver væg af hvert rør er meget fleksibel og indspændes under filtreringen, når røret er under det tilførte fødetryk, alene som følge af trækkræfter i selve væggen, og rørenes vægge buler ud under filtreringen, idet sømmene er tilstrækkeligt stærke til at modstå et tryk på 400 kPa i rørene, og rørene har en indre diameter på mindst 5 mm.

22. Fremgangsmåde ifølge krav 21, k e n d e t e g n e t ved, at rørene har en indre diameter på mindst 10 mm.

23. Anlæg til behandling af afløb, k e n d e t e g n e t ved, at anlægget omfatter et filter (8) ifølge et hvilket som helst af kravene 13-20 og en reaktionsbeholder (5, 6, 13), der uden nogen mellemliggende beholder er forbundet opstrøms i forhold til filteret (8), idet filteret (8) har et koncentratudløb (2) forbundet til reaktionsbeholderen (5, 6, 13) til tilbageføring af slam.

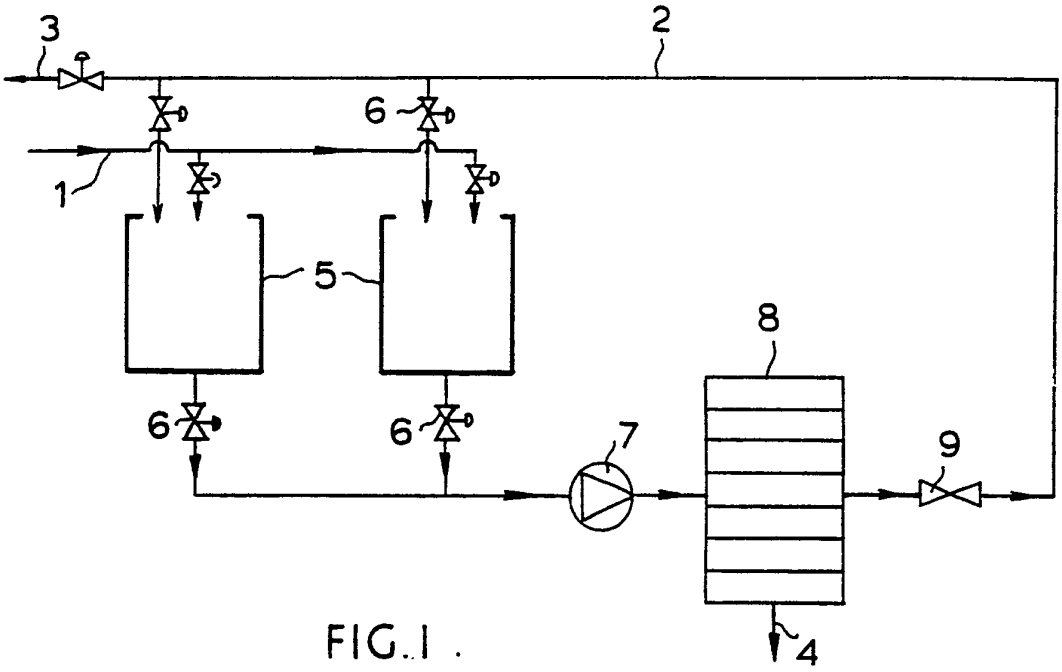


FIG. 1.

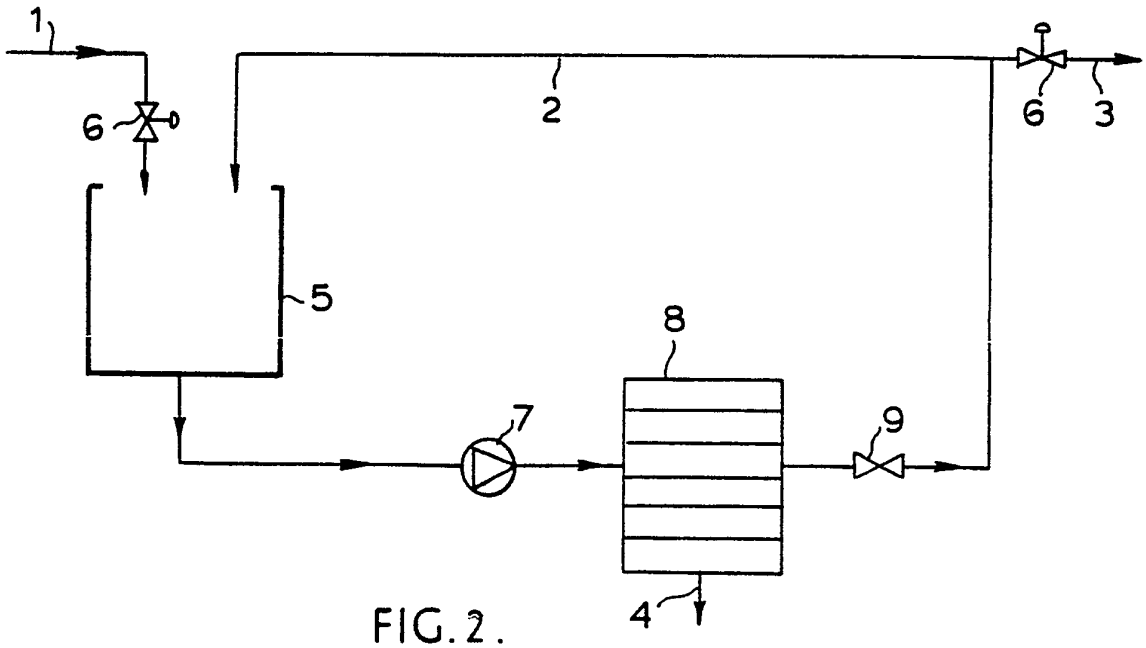


FIG. 2.

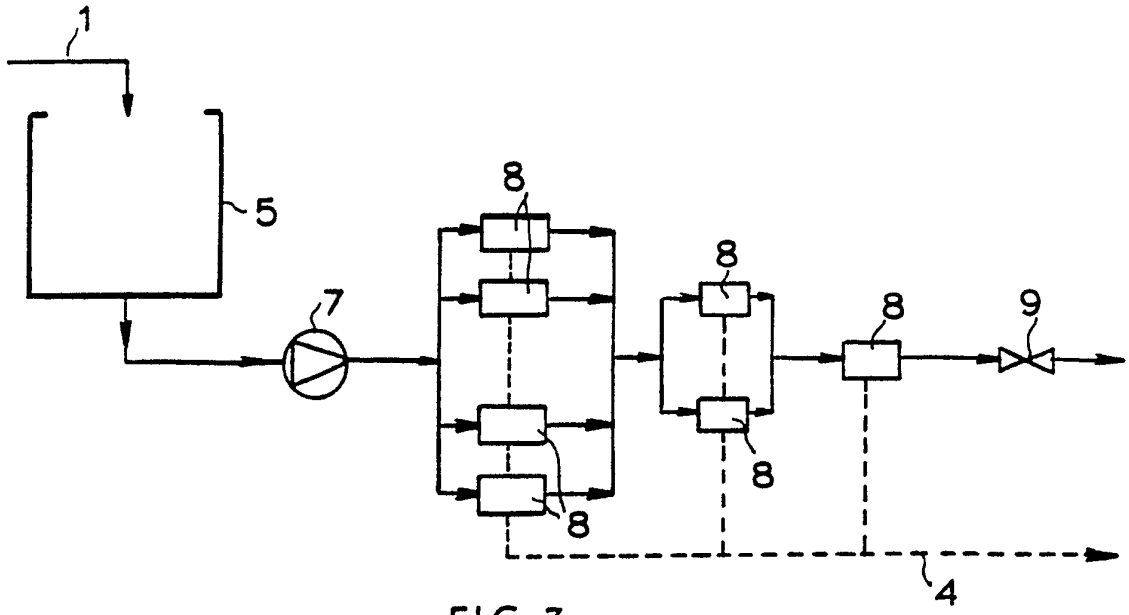


FIG. 3.

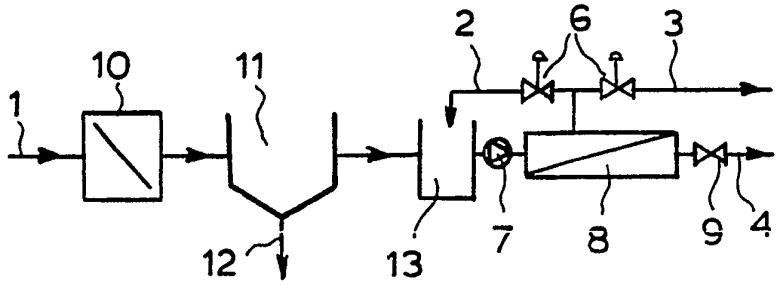


FIG. 4.

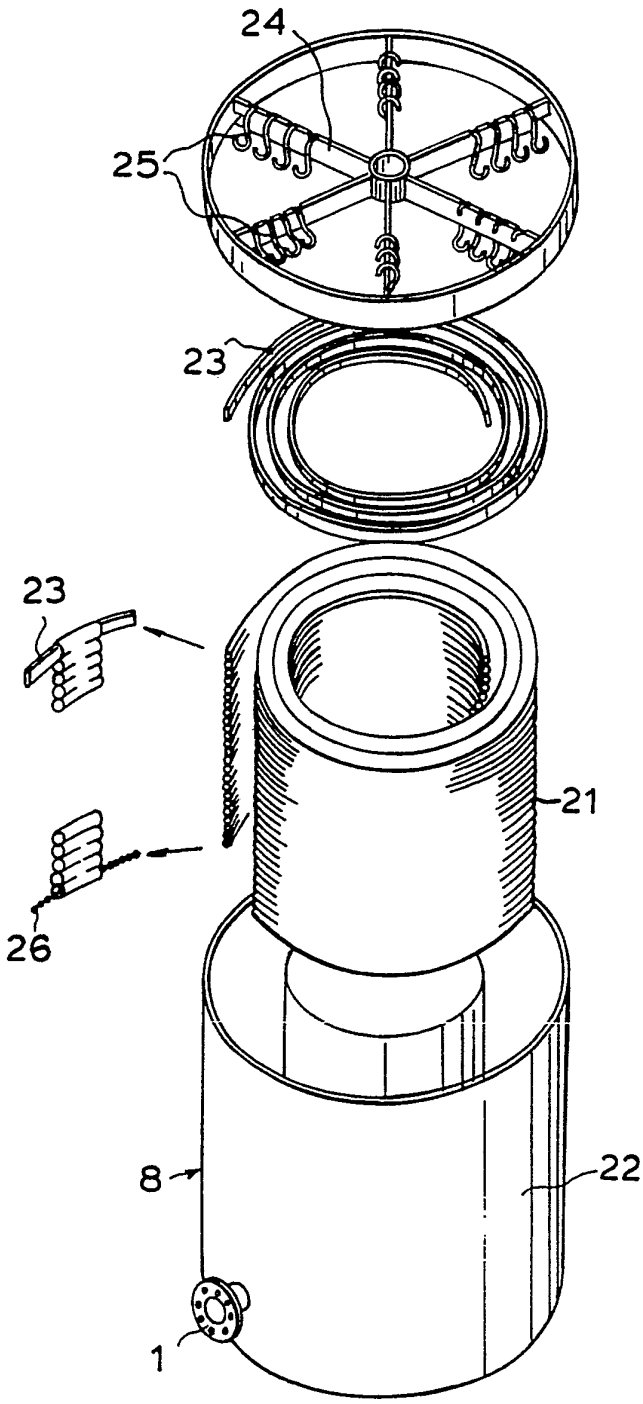


FIG.5.

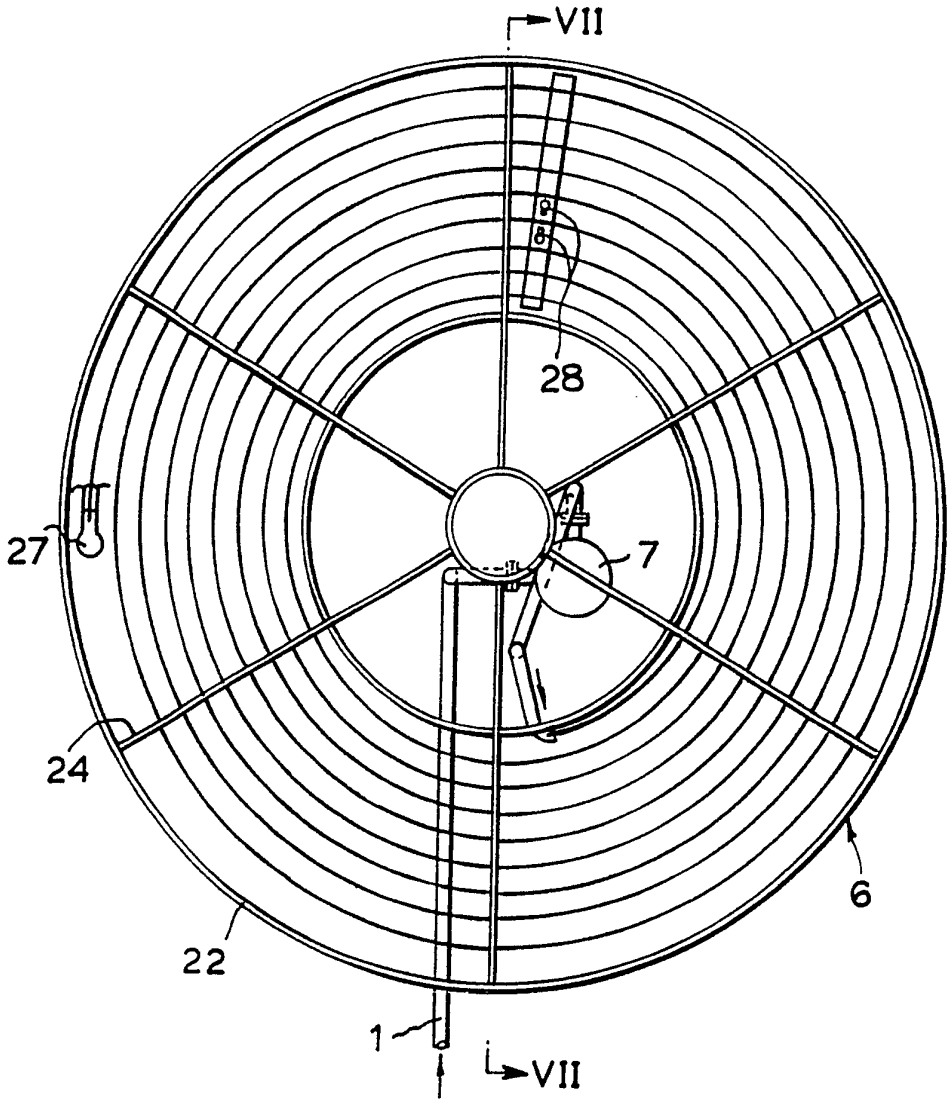


FIG. 6.

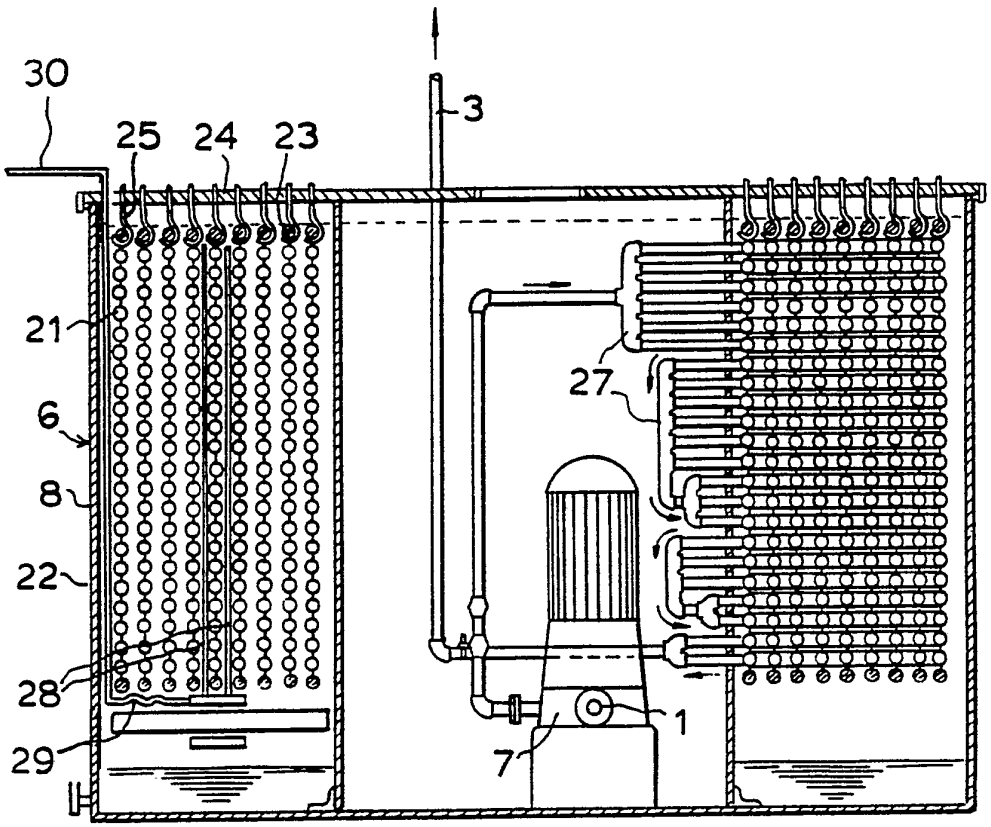


FIG. 7.

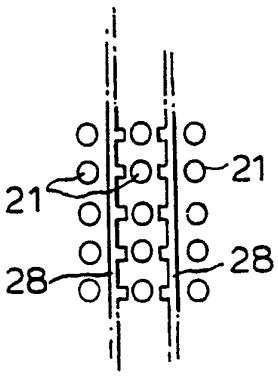


FIG.8.

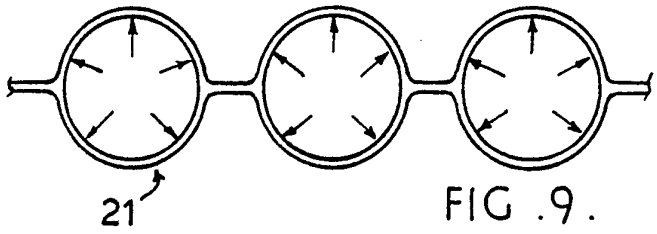


FIG .9.

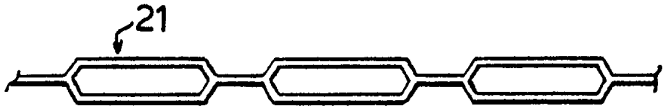


FIG. 10.

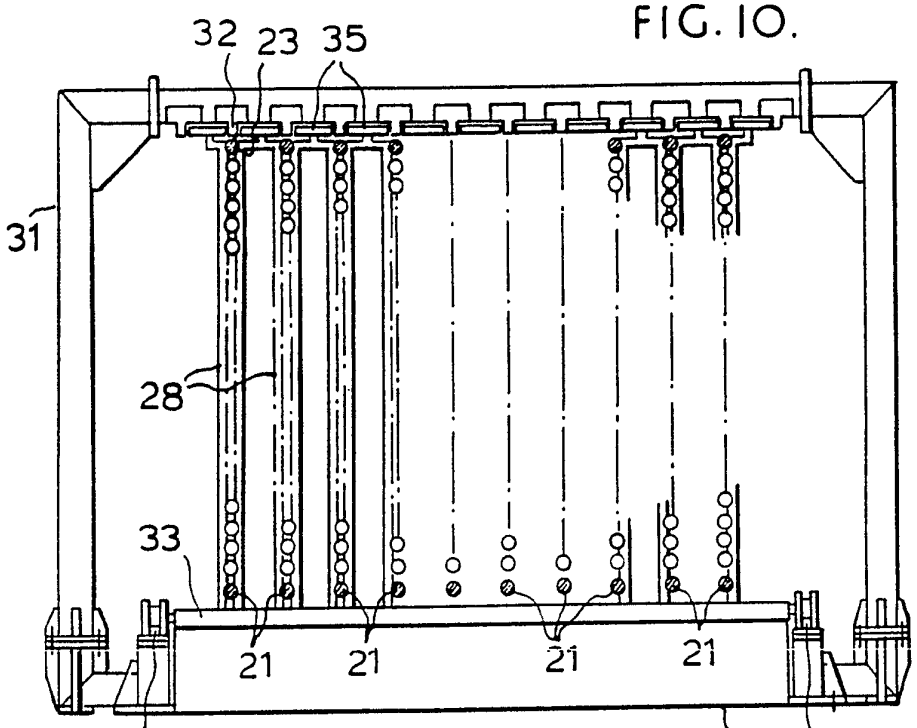


FIG. 11.

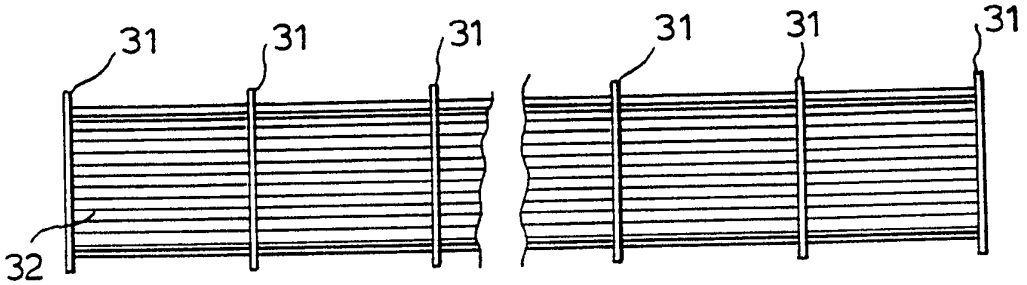


FIG. 12.

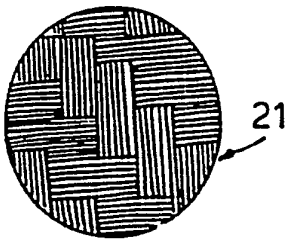
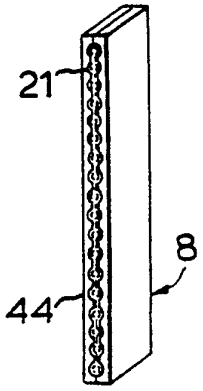


FIG.16.

FIG.13.



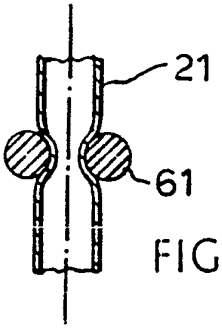


FIG.17.

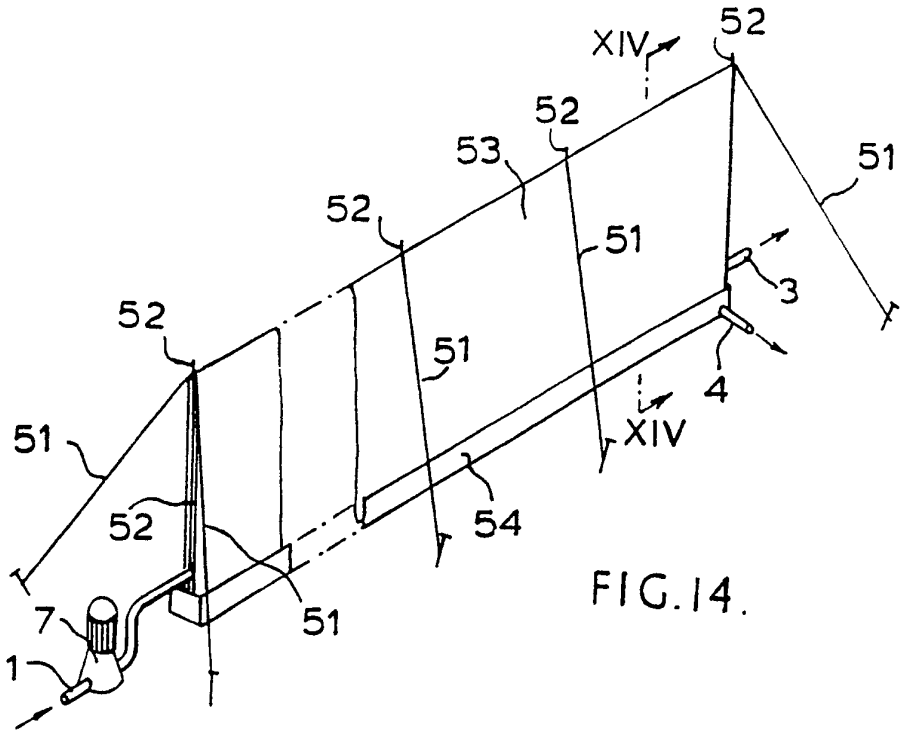


FIG.14.

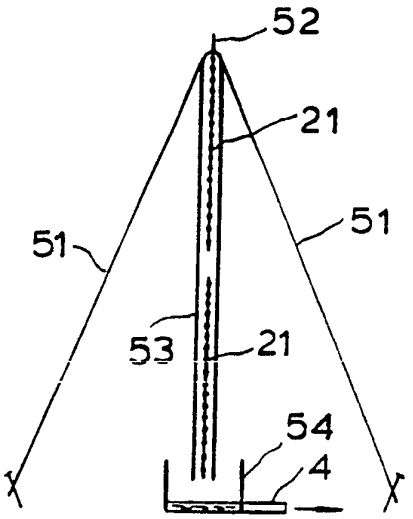


FIG.15.

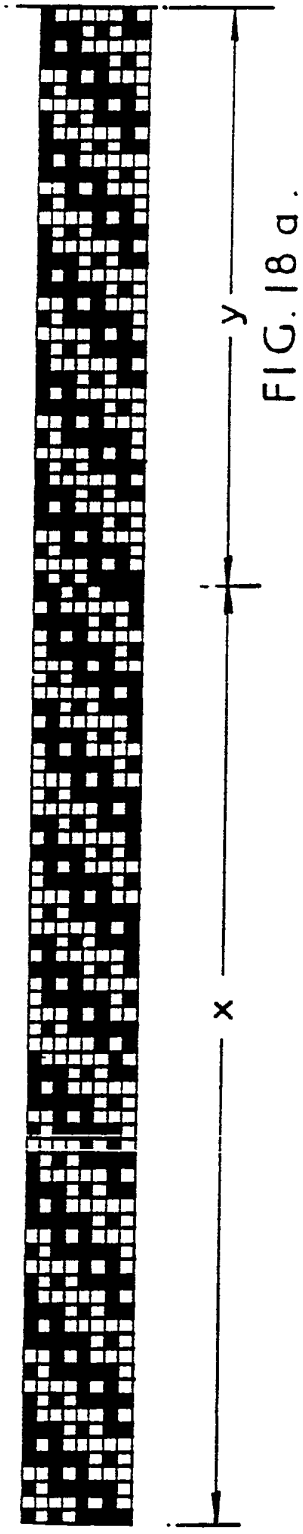


FIG. 18 a.

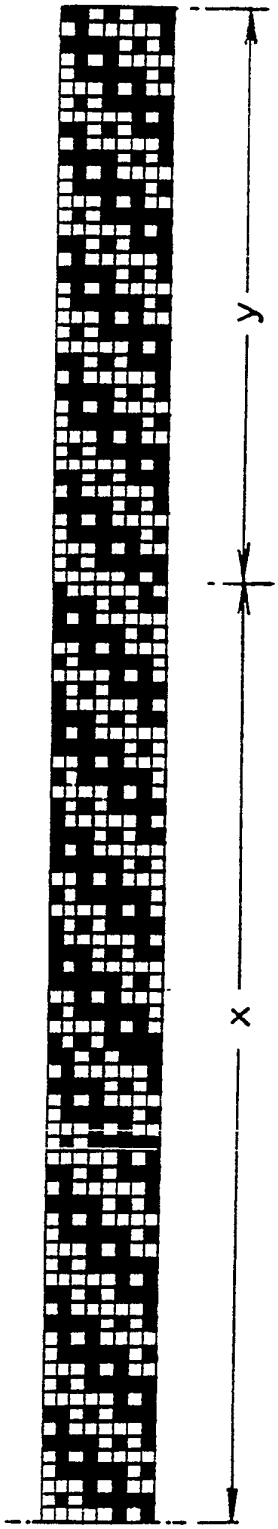


FIG. 18 b.