

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 156541 B



(21) Patentansøgning nr.: 4865/81

(51) Int.Cl.⁴ B 01 D 13/00

(22) Indleveringsdag: 03 nov 1981

(41) Alm. tilgængelig: 04 maj 1983

(44) Fremlagt: 11 sep 1989

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(71) Ansøger: *FORSØGSANLÆG RISØ; 4000 Roskilde, DK, *MEDICOSMOS APS; Søndergade 11; 4130 Viby Sjælland, DK

(72) Opfinder: Peter *Bo; DK, Torkil *Christensen; DK

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Apparat til adskillelse af væskeformige fødeblandinger i to fraktioner ved hjælp af semipermeable membraner

(56) Fremdragne publikationer

FR off.g.skrift nr. 2214503, 2371954, 2383694

(57) Sammendrag:

Ved en særlig fordelagtig udførelsesform anvendes dele af de konstruktionselementer (4), der delvis danner permeatkanalerne (1) samtidigt med at holde membranunderstøtningspladerne (2) i indbyrdes afstand til dannelse af membrankanalerne (5), og stakken af membranunderstøtningsplader (2), membraner (3) og eventuelle sektionsadskillelsesplader (9) anbringes i en trykbeholder (8) således, at membranunderstøtningspladerne (2) periferi er i afstand fra trykbeholderens (8) væg, hvorved mellemrummet mellem væggen og membranunderstøtningspladerne (2) kan anvendes til fødeblandings- (6) eller koncentratkanal (7).

4865-81

Apparat til adskillelse af væskeformige fødeblandinger i to fraktioner ved hjælp af semipermeable membraner, hvor et antal membraner (3) er lagt an mod membranunderstøtningsplader (2) og samlet i en stak med indbyrdes afstand til dannelse af membrankanaler (5).

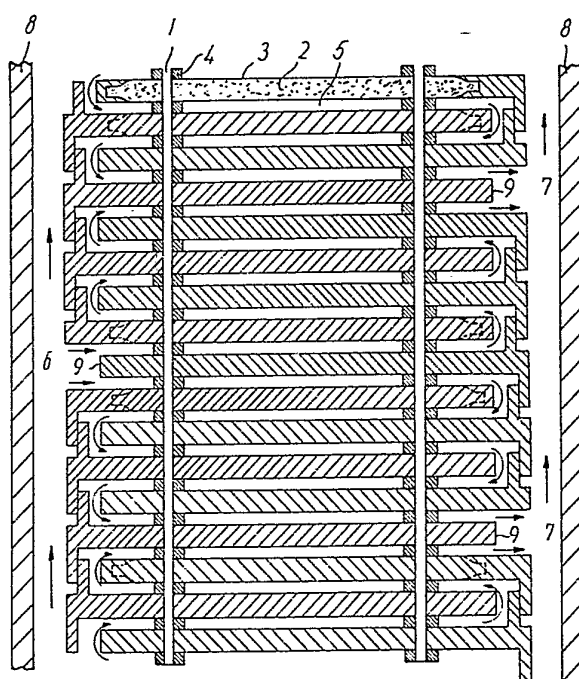
Ved at anvende permeatkanaler (1), der gennemskærer stakken af membranunderstøtningsplader (2), membraner (3) og eventuelle sektionsadskillelsesplader (9) i det område af membranfladen, som ligger imellem indløbet fra fødeblandingskanalen (6) og udløbet til koncentratkanalen (7), opnås en betydelig bedre energioekonomi, dels ved at friholde strømningsvejene for fødeblending og koncentrat til og fra membrankanalen (5) langs hele den del af dennes periferi, der går på tværs af strømningsretningen i kanalen (5), dels ved at permeatets strømningsveje i membranunderstøtningspladen (2) kan gøres så korte som muligt. Endvidere lettes rengøring og sterilisation, og en egentlig procesregulering muliggøres.

DK 156541 B

fortsættes

FIG.12

4865-81



Opfindelsen angår et apparat til adskillelse af en væskeformig fødeblanding i to fraktioner ved hjælp af semipermeable membraner, og af den art, der indbefatter en trykbeholder, hvori der findes en stak af semipermeable membraner, der ligger an mod membranunderstøtningsplader, som holdes i indbyrdes afstand ved hjælp af konstruktionselementer til dannelse af membrankanaler, en fødeblandingskanal for tilførsel af fødeblandingen til membrankanalerne, en koncentratkanal til overtagelse af den fra membrankanalerne udgående væske, og permeatkanaler til overtagelse af det gennem membranerne og membranunderstøtningspladerne passerende permeat. Apparater af denne art kendes f.eks. fra de danske patenter 138.876 og 141.009 samt U.S.A. patenterne 3.623.610 og 3.398.833 og anvendes ved de processer, der betegnes ultrafiltrering, hyperfiltrering eller omvendt osmose.

De ved disse processer tilvejebragte to fraktioner er karakteriserede ved deres indhold af stoffer med forskellige molekylestørrelser eller andre egenskaber.

Ultrafiltrering og hyperfiltrering benyttes f.eks. i levnedsmiddel- og lægemiddelindustrien samt i vandrensnings- og afsaltningsanlæg og får stadig stigende betydning i det industrielle samfund.

Ved apparater af de hidtil kendte konstruktioner er der problemer og mangler med hensyn til drift, energiøkonomi, anvendelsesområder og rengøring.

Ved driften af sådanne apparater sker adskillelsen ved membranoverfladen i membrankanalerne. Herved fås en lokal koncentrationsforøgelse ved membranoverfladen af de stoffer, der ikke passerer igennem membranen. Fænomenet, der kaldes koncentrationspolarisation, giver anledning til reduceret permeatmængde og mindsket adskillesgrad (retention). I graverende tilfælde kan koncentrationspolarisationen føre til udfældning af stoffer, eller i tilfælde af makromolekyler til dannelse af gelag på membranoverfladen og eventuelt til ødelæggelse af membranen.

Ved at give fødeblandingen en stor lineær strømningshastighed langs membranoverfladen kan man formindske koncentrationspolarisationen. Dette kan gøres ved eksempelvis at lade membranorganerne dreje som foreslået i
5 US-A-4.230.564 for herved at få en centrifugal effekt, eller ved tangential indføring af fødeblandingen i et lukket membrankammer gennem en snæver fødekanal, som foreslået i DD-A-114.205. Herved opstår der imidlertid i de kendte apparater væsentlige driftsmæssige, energiøko-
10 nomiske og anvendelsesmæssige problemer ved processen. For det første skal flowet i membrankanalen være så jævnt fordelt over denne som muligt for at undgå, at der er udstrakte områder af denne, hvor koncentrationspolarisationen er større end i andre områder. For det andet
15 skal det trykfald, der skal til for at opretholde strømmingen i den enkelte membrankanal, være så lille som muligt, dels for at få ensartede procesbetingelser, dels af hensyn til processens energiforbrug, der er proportionalt med trykfaldet, dels fordi det samlede trykfald ved
20 passage af flere på hinanden følgende membrankanaler skal være lille.

Et apparat indeholder normalt et stort antal membrankanaler, der strømningsmæssigt er opdelt i parallelt og/eller i serie arrangerede kanaler. Da kravet om stor
25 strømningshastighed gælder den enkelte membrankanal, er det meget store væskemængder, f.eks. $100-200 \text{ m}^3/\text{time}$, der som fødeblanding skal tilføres apparatet til fordeling mellem et antal af parallelt arrangerede membrankanaler og som koncentrat skal opsamles fra membrankanalerne og
30 borttransporteres. De kanaler, der sørger for denne fordeling til og opsamling fra membrankanalerne, kaldes henholdsvis fødeblandingskanal og koncentratkanal. Store friktionstryktab i disse kanaler medfører dels forskellige tryk i de forskellige membrankanaler, hvilket fører
35 til varierende procesbetingelser i forskellige membrankanaler, dels en forøgelse af processens energiforbrug, der er proportionalt med det samlede friktionstryktab. For mange ultrafiltreringsprocesser gælder det, at trykket i mem-

brankanalerne ikke må overstige en vis kritisk værdi, der kan være betinget dels af de anvendte membraners stabilitet, dels af, at der ved overskridelse af det kritiske tryk sker en forøget geldannelse på membranoverfladen, uden at permeatmængden øges svarende til trykforøgelsen. Overskridelse af dette kritiske tryk betyder derfor enten ødelæggelse af membranen eller energispild i de tilfælde, hvor man ikke får forøget permeatmængde svarende til trykforøgelsen. Den forøgede geldannelse på membranoverfladen giver yderligere anledning til vanskeligheder ved vedligeholdelse og renholdelse og kan i graverende tilfælde føre til ødelæggelse af membranen.

Et apparat, hvor friktionstryktabet ved væskens strømning og dermed trykvariationerne igennem apparatet er af samme størrelsesorden som det kritiske tryk, er derfor meget lidt effektivt, har meget stort energiforbrug og ingen mulighed for egentlig procesregulering. Det vil sige, at hensynet til koncentrationspolarisationen kan forhindre en effektiv anvendelse af apparatet ved processer, der kræver, at trykket i membrankanalerne overalt ligger under det kritiske tryk.

Membrankanalerne skal blandt andet for at undgå de uheldige virkninger af koncentrationspolarisationen være udformede som tynde kanaler, der i praksis ikke er over 1 mm høje. Membrankanalernes indløbs- og udløbsforhold fra og til fødeblandingskanal henholdsvis koncentratkanal er afgørende for den jævne flowfordeling og trykfaldet over membrankanalen samt for de friktionstryktab, der er i indløbs- og udløbsområder.

Kombinationen af konstruktionselementer, der danner og bærer membrankanalerne, danner ind- og udløb til og fra disse samt opsamler og bortleder permeatet fra membranunderstøtningspladerne, giver i de kendte apparater anledning til ujævn flowfordeling i membrankanalerne, væsentlige indsnævringer og tryktab i ind- og udløb samt konstruktiv begrænsning af dimensionerne på fødeblandingskanal og koncentratkanal og disses placering i forhold til membrankanalerne, hvilket har til følge, at frikti-

onstryktabene i fødeblandings- og koncentratkanal ikke kan reduceres væsentligt i de kendte apparater. Det er af disse grunde, at friktionstryktabet ved væskens strømning igennem de kendte apparater er så stort, at det giver problemer med drift, energiøkonomi, procesregulering og anvendelsesområder.

De fleste i praksis kendte apparater af den her omhandlede type er randsammenspændte apparater, i hvilke membranerne strækker sig helt ud til apparatets periferi, hvor tætningen mod omgivelserne foregår ved sammenspænding af stakken af membraner, membranunderstøtningsplader og som regel også spacer- eller ledeplader, der strækker sig igennem apparatet imellem på hinanden følgende membraner i stakken. En sådan konstruktionsmåde har en række ulemper ud over de ovenfor allerede omtalte. Anvendelsen af spacer- eller ledeplader i membrankanalerne er energi- og materialeforbrugende, forøger friktionstryktabet pr. arealenhed membran og er pladsrøvende. Spacer- eller ledeplader er imidlertid som regel nødvendige af styrkemæssige grunde ved randsammenspændte apparater, specielt når disse har et relativt stort membranareal pr. membranunderstøtningsplade og/eller skal arbejde med relativt høje tryk i membrankanalerne. Samtidigt har de som regel en strømningsdirigerende funktion.

Randsammenspændingen bevirker, at det er vanskeligt at rengøre apparaterne i området ved periferien, hvor strømningshastigheden og dermed væskeudskiftningen er lille. Varmesterilisering af apparater med randsammenspænding vanskeliggøres endvidere ved, at varmen hurtigt bortledes til omgivelserne i områder, hvor væskeudskiftningen er lille.

Tætning mod omgivelserne af apparater med randsammenspænding kræver meget stor sammenspændingskraft, der vokser med voksende areal pr. membran og med voksende tryk i apparatets membrankanaler.

Permeatudgangene fra membranunderstøtningspladerne er i kendte apparater af den her omhandlede type anbragt i membranunderstøtningspladens periferi, hvorved permea-

tet får en relativt lang strømningsvej i membranunderstøtningspladen. Dette begrænser den anvendelige størrelse af areal pr. membran og muligheden for reduktion af membranunderstøtningspladens tykkelse.

5 Som det fremgår af ovenstående betragtninger, knytter de fleste af problemerne sig til konstruktionselementer i forbindelse med indløb til og udløb fra membrankanalerne, til fødeblandings- og koncentratkanalernes størrelse og placering i forhold til membrankanalerne, 10 til permeatudløbenes eller permeatkanalernes placering samt til randsammenspændingen.

Ved den foreliggende opfindelse tilsigtes de ovennævnte mangler ved kendte apparater afhjulpet, således at der, som det nedenfor skal beskrives nærmere, kan opnås et 15 større udbytte for en given investering i apparater til ultrafiltrering og hyperfiltrering, en billigere drift som følge af det mindskede energiforbrug, mulighed for egentlig procesregulering, mulighed for udvidelse af processernes anvendelsesområde samt lettelser af rengørings- 20 og vedligeholdelsesmæssig art og forøget levetid af membraner og apparat.

Ved den foreliggende opfindelse opnås væsentlige forbedringer ved at friholde den del af membrankanalens periferi, der går på tværs af strømningsretningen i membrankanalen, for konstruktive elementer, der indsnævrer 25 strømningsarealet fra fødeblandingskanal til membran-kanal og fra membrankanal til koncentratkanal.

Apparatet ifølge den foreliggende opfindelse er ejendommeligt ved, at fødekanalen omgiver stakken af 30 membraner og plader således, at fødeblandingen har fri adgang til membrankanalerne langs omkredsen af stakken, at koncentratkanalen strækker sig centralt i stakken, og at et antal permeatkanaler skærer stakken i hovedsagen midtvejs mellem indgangen til fødekanalen og udgangen 35 til koncentratkanalen.

Ved denne anbringelse af permeatkanalerne opnås mulighed for at undgå hovedparten af de ovenfor nævnte ulemper. Den del af membrankanalens periferi, der går på tværs af strømningsretningen i membrankanalen, holdes fri til indstrømning fra fødeblandingskanal og udstrømning til koncentratkanal samt strømning fra én membrankanal til den efterfølgende for i serie arrangerede membrankanaler og således, at fødeblandingskanal og koncentratkanal strækker sig langs hele denne del af periferien, og således at strømmingen fra en membrankanal til den efterfølgende foregår langs hele denne del af periferien. Herved udvides strømningsvejene igennem apparatet, hvorved tryktabet ved strømmingen reduceres. Endvidere afhjælpes, som det nærmere skal forklares nedenfor, de øvrige problemer og mangler ved de kendte apparater.

En fordelagtig udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at i det mindste en del af væggen af permeatkanalerne udgøres af konstruktionselementerne, der til dannelselse af membrankanalerne holder membranerne i indbyrdes afstand.

Opfindelsen forklares i det følgende nærmere under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser et delvis snit gennem en del af en udførelsesform for elementer, der danner en membrankanal og en permeatkanal,

fig. 2 på tilsvarende måde som i fig. 1 en anden udførelsesform,

fig. 3, 4 og 5 forskellige udførelsesformer for konstruktionselementer, der indgår som dele af permeatkanalvæggen, og som kan betragtes som snit i elementer som vist i fig. 1 og 2,

fig. 6, set fra oven, en cirkulær membranunderstøtningsplade med membran og med cirkulære konstruktionselementer set i snit efter linien VI-VI i fig. 7, og

fig. 8 et lodret snit gennem en del af en udførelsesform for et apparat ifølge opfindelsen.

Den foreliggende opfindelse vedrører især beligheden og udformningen af permeatkanalerne, hvoraf
5 enkeltheder i forskellige udførelsesformer er vist i fig. 1-8. Opbygningen af selve apparatet er illustreret i fig. 8, i hvilken er benyttet samme henvisningsbetegnelser for de enkelte dele, der danner permeatkanalerne.

10 Fig. 1 viser et snit gennem en del af en permeatkanal 1, der eksempelvis findes i en stak af membranunderstøtningsplader 2 som den i fig. 6 og 7 viste. Permeatkanalen 1 forløber i stakkens akseretning og ligger i afstand fra membranunderstøtningspladens i
15 det viste eksempel cirkulære yderste og inderste periferier. Permeatkanaler 1 findes i et passende antal. I det i fig. 6 viste eksempel er der fire, der som rør forløber gennem hele stakken af membranunderstøtningsplader 2 med tilhørende membraner 3, således som
20 det ses i fig. 8.

Som det ses af fig. 1, findes der mellem de to membranunderstøtningsplader 2 et konstruktionselement 4a, der dels tjener til at holde membranunderstøtningspladerne 2 i afstand fra hinanden, således
25 at der mellem dem dannes en membrankanalel 5, dels udgør en del af permeatkanalens væg, idet der i konstruktionselementet 4a findes et hul, der flugter med tilsvarende huller i membranunderstøtningspladerne 2.

30 Konstruktionselementet 4a kan være et selvstændigt element, eller det kan være en integreret del af membranunderstøtningspladen 2, således som det fremgår af fig. 2, hvor det er betegnet 4b. Det kan have forskellige tværsnitsformer, således som det fremgår af
35 fig. 3, 4 og 5. I fig. 3 er det ringformet, i fig. 4

strømlinieformet med henblik på at undgå områder med mindre gode strømningsforhold, og i fig. 5 er det aflangt, således at man kan nøjes med få elementer beliggende langs strømningslinier i membrankanalen 5.

5 Fødeblandingen tilføres membrankanalen 5 og strømmer igennem denne, f.eks. som vist ved pile i fig. 8. I fig. 6 er strømningen radial fra den ydre periferi til den indre. Den del af væsken, der passerer gennem de semipermeable membraner, og som benævnes permeatet, 10 trænger gennem det porøse materiale, hvoraf membranunderstøtningspladerne 2 består, og bevæger sig ud i permeatkanalen 1. Permeatets strømningsbillede bliver som følge af beliggenheden af permeatkanalerne 1 inde på selve den store overflade af membranunderstøtningspladerne 2 et andet og mere fordelagtigt end det kendte, 15 hvor permeatkanalerne ligger langs en yderrand på membranunderstøtningspladerne.

Anvendelsen af på membranfladen anbragte konstruktionselementer til dannelse af dele af permeatkanalerne 20 har i forhold til den kendte anvendelse af på membranfladen anbragte konstruktionselementer til dannelse af fødeblandingskanal og/eller koncentratkanal en række fordele. For det første er de nødvendige dimensioner af permeatkanalen mindre end de nødvendige 25 dimensioner af fødeblandingskanal og koncentratkanal, hvorfor de optager mindre plads på membran-kanalens brede flade og er lettere at tætne mellem membrankanal og permeatside. For det andet kan de som permeatkanaler placeres vilkårligt på membrankanalens brede flade i modsætning til fødeblandingskanal og koncentratkanal, der må placeres korrekt i forhold til strømningen i membrankanalen. Placeringen i membrankanalen foretages dog hensigtsmæssigt således, at strømningen forstyrres mindst muligt, men tilstræbes sam- 30 tidigt foretaget således, at permeatets strømningsvej i membranunderstøtningspladen bliver kort, hvorved friktionstryktabet på permeatsiden mindskes.

I figur 6 og 7 er størrelsen af de elementer 4, der bærer membranunderstøtningerne 2 og delvis danner permeatkanalerne, overdrevet i forhold til de øvrige dele for at tydeliggøre deres funktion. Det ses, at man ved placeringen af disse elementer 4 kan få frigjort indløbet fra fødeblandingskanalen 6 og udløbet til koncentratkanalen 7 for obstruktion, der kunne hindre den fri strømning. Kanalerne 6 og 7 er blot antydningsskematisk ved pile. De kan placeres helt uden for membrankanalelsens område og alligevel i umiddelbar tilknytning til hele den del af membrankanalelsens periferi, der går på tværs af strømningsretningen i denne. Tætningen langs membrankanalelsens periferi mellem fødeblandings-koncentrat-side og permeatsiden i membranunderstøtningspladen er udført som en limning af membranen mod kanten af understøtningspladen, der i denne del er massiv. Tætningen kan i øvrigt foretages på en lang række kendte måder, hvoraf en anden er vist i fig. 8. Tætningen er ikke vanskelig at opnå, da den i princippet er selvtætnende på grund af det høje tryk på fødeblandings-koncentratsiden og det lave tryk på permeatsiden.

Udsnit af anvendelsen af konstruktionselementet ved opbygning af apparater i en trykbeholder 8 er vist i fig. 8. Apparatet har cirkulære membrankanaler, der er arrangeret fortrinsvis i parallel med membrankanalerne inden for hver sektion arrangeret i parallel, medens sektionerne, der er adskilt af sektionsadskillelseselementer 9, er arrangeret i serie. I apparatet er fødeblandings-koncentratflowet altid rettet fra den ydre periferi mod den indre, hvorved flowet bliver konvergerende i alle membrankanaler, et forhold, der bevirker en mindskelse af koncentrationspolarisationen.

Figurerne viser for overskuelighedens skyld kun et fåtal af membranunderstøtningsplader og membrankanaler indenfor hver sektion. De relative størrelser af de indgående elementer er ligeledes for tydelighedens skyld ikke korrekte. Endelig er, når det fortrinsvis er strømningsvejene, der skal illustreres, ikke alle membranunderstøtningsplader med membraner og tætninger detaljetegnet, men kun vist i omrids.

Karakteristisk for de således opbyggede apparater er de fri strømningsveje for fødeblanding og koncentrat til og fra membrankanalen langs hele den del af dennes periferi (indre som ydre), der går på tværs af strømningsretningen i kanalen, samt ved i serie arrangerede membrankanaler den fri strømningsvej fra én membrankanale til den efterfølgende langs hele denne del af periferien. Karakteristisk er ligeledes, at fødeblandingskanal og koncentratkanal holdes helt fri af membrankanalerne og støder op til disse langs hele den del af disses periferi, der går på tværs af strømningsretningen i kanalerne. Det er ligeledes karakteristisk, at fødeblandingskanal og koncentratkanal, fordi de holdes fri af membrankanalerne, kan dimensioneres vilkårligt og derfor gives tilstrækkelig store tværsnitsarealer til, at friktionstryktabene i disse bliver negligeble. De nævnte forhold bevirker, at friktionstryktabet igennem apparatet er væsentligt mindre, f.eks. fra 5 til 50 gange mindre end i kendte apparater. Hermed åbnes der mulighed for en egentlig procesregulering og en udvidelse af sådanne apparaters anvendelsesområde.

Det er karakteristisk for de opbyggede apparater, at de ikke behøver at indeholde spacere eller ledeplader i membrankanalerne, og også de i figurerne viste sektionsadskillelseselementer kan udformes således, at de har membraner på de sider, der vender mod membrankanaler. Herved spares energi, friktionstryktabene mindskes, og

der spares materiale og plads, således at praktisk taget al plads i apparatet anvendes til procesrelevante funktioner.

5 Det er også karakteristisk, at de opbyggede apparater er lette at rengøre og eventuelt dampsterilisere, dels fordi de områder, hvor væskeudskiftningen er lille, er reduceret til et minimum, dels fordi de gode strømningsforhold langs apparatets afgrænsning mod omgivelserne (i modsætning til de randsammenspændte apparater) be-
10 tinger, at temperaturen her kan holdes tilstrækkelig høj til, at steriliseringen kan foregå.

Det er karakteristisk for de opbyggede apparater, at sammenspændingen kun skal bevirke en tætning langs den relativt lille omkreds omkring de elementer, der danner
15 og bærer membrankanaler og permeatkanalerne. Herved reduceres den nødvendige sammenspændingskraft væsentligt i forhold til de randsammenspændte apparater, hvorved levetiden af de anvendte materialer forlænges, og/eller kravene til materialernes styrke mindskes.

20 Det er ligeledes karakteristisk for de opbyggede apparater, at man ved en simpel variation af dimensionerne kan øge membranarealet pr. membranunderstøtningsplade, uden at det, som for de randsammenspændte apparater, stiller væsentligt større krav til sammenspændingskraft
25 og sammenspændingsapparat.

Selv om den cirkulære form af membrankanalerne af strømningsmæssige grunde er den foretrukne geometri, kan apparaterne principielt udformes med en vilkårlig geometri af membrankanalerne.

30 Som det fremgår af figurerne, kan apparater opbygges med membrankanalerne arrangeret fortrinsvis i parallel eller fortrinsvis i serie, alt eftersom det ene eller det andet arrangement er mest fordelagtigt ved en given anvendelse. På samme måde kan antallet af membrankanaler
35 pr. sektion og antallet af sektioner varieres efter behov.

Det er karakteristisk for de opbyggede apparater, at man ved valg af placering af de konstruktionsselementer, der bærer membrankanalerne og delvis danner permeatkanalerne, dels kan tilgodese strømningsforholdene i membrankanalerne, dels kan sørge for, at permeatets strømningsvej i membranunderstøtningspladen bliver så kort, at friktionstryktabet på permeatsiden bliver lille, og/eller tykkelsen af membranunderstøtningspladen kan mindskes, hvorved rumfanget og højden af apparatet mindskes, hvilket igen har betydning for mindskelsen af friktionstryktabene i fødeblandingskanal, koncentratkanal og permeatkanal. Endelig kan muligheden for mindskelse af permeatets strømningsvej i membranunderstøtningspladen udnyttes ved forøgelse af membranarealet pr. membranunderstøtningsplade.

Opfindelsen er yderligere bemærkelsesværdig derved, at den ved en særlig anvendelse muliggør en kombination af dialyse og filtrering, idet permeatkanalkonstruktionen muliggør gennemstrømning af membranunderstøtningspladerne. Ved en sådan anvendelse benyttes en eller flere permeatkanaler til tilledning og på samme tid en eller flere permeatkanaler til bortledning af væske fra membranunderstøtningspladerne.

Størrelsesforholdene er på den skematiske tegning valgt med henblik på overskueligheden. Eksempelvis skal det nævnes, at membrankanalerne i praksis kan have en højde, der ligger omkring en millimeter. Endvidere er en del konstruktionslinier udeladt, for at strømningsforløbet kan træde tydeligere frem.

Antallet af plader og dermed membranakanaler er i praksis betydeligt større end vist i fig. 8, hvor der i hver sektion kun er vist nogle få, hvoraf endda kun to har membraner på begge sideflader.

P A T E N T K R A V

1. Apparat til adskillelse af en væskeformig føde-
blanding i to fraktioner ved hjælp af semipermeable
membraner, og af den art, der indbefatter

- en trykbeholder (8), hvori der findes en stak
5 (2, 3) af semipermeable membraner (3), der ligger an
mod membranunderstøtningsplader (2), som holdes i ind-
byrdes afstand ved hjælp af konstruktionselementer
(4) til dannelse af membrankanaler,
- en fødeblandingskanal (6) for tilførsel af føde-
10 blandingen til membrankanalerne, en koncentratkanal
(7) til overtagelse af den fra membrankanalerne udgå-
ende væske, og

- permeatkanaler (1) til overtagelse af det gennem
membranerne og membranunderstøtningspladerne passerende
15 permeat,
k e n d e t e g n e t ved, at fødekanalen (6) omgiver
stakken (2, 3) af membraner (3) og plader (2) således,
at fødeblandingen har fri adgang til membrankanalerne
(5) langs omkredsen af stakken (2, 3), at koncentrat-
20 kanalen (7) strækker sig centralt i stakken (2, 3),
og at et antal permeatkanaler (1) skærer stakken (2, 3)
i hovedsagen midtvejs mellem indgangen til fødekanalen
(6) og udgangen til koncentratkanalen (7).

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t
25 ved, at i det mindste en del af væggen af permeatkanaler-
ne (1) udgøres af konstruktionselementerne (4), der
til dannelse af membrankanalerne (5) holder membranerne
i indbyrdes afstand.

3. Apparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t
30 ved, at konstruktionselementerne (4) er separate elemen-
ter (4a), der er anbragt imellem modstående membraner
(3) i membrankanalen (5).

4. Apparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t
ved, at konstruktionselementerne (4) indgår som inte-
35 grerede dele (4b) af membranunderstøtningspladerne (2),
således at modstående membraner (3) i membrankanalen (5)

pakkes mod hinanden i området omkring konstruktionselementerne (2).

5 5. Apparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at konstruktionselementerne (4) er strømlinieformede i forhold til strømningen i membrankanalen (5), således at strømningen bliver så jævn som mulig over den fri membranoverflade (fig. 4).

10 6. Apparat ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at konstruktionselementerne (4) er aflange og ligger i strømningsretningen i membrankanalen (5) (fig. 5).

15 7. Apparat som angivet i et eller flere af kravene 1-6, k e n d e t e g n e t ved, at trykbeholderens (8) dimensioner er afpasset således i forhold til membranunderstøtningspladernes (3) dimensioner og antallet af parallelt arrangerede strømningsveje i apparatet, at friktionstryktabet i fødeblandingskanalen (6) og koncentratkanalen (7) er lille i forhold til det samlede friktionstryktab over de i serie arrangerede membrankanaler (5).

20 8. Apparat ifølge et eller flere af kravene 1-7, k e n d e t e g n e t ved, at membranunderstøtningspladerne (2) er ringformede, og at den totale yderomkreds af den ringformede membrankanal (5) udgør indgangen for fødeblandingen, medens den totale inderomkreds udgør udgangen for koncentratet.

30 9. Apparat ifølge et eller flere af kravene 1-8, k e n d e t e g n e t ved, at samtlige permeatkanaler (1) går igennem hver enkelt membranunderstøtningsplade (2) og er således opstillede, at den maksimale vej-længde for permeat i membranunderstøtningspladerne (2) er reduceret mest muligt, og at en tilstopning af strømmen af fødeblandingen ved henholdsvis indgangen til og udgangen fra membrankanalerne (5) undgås.

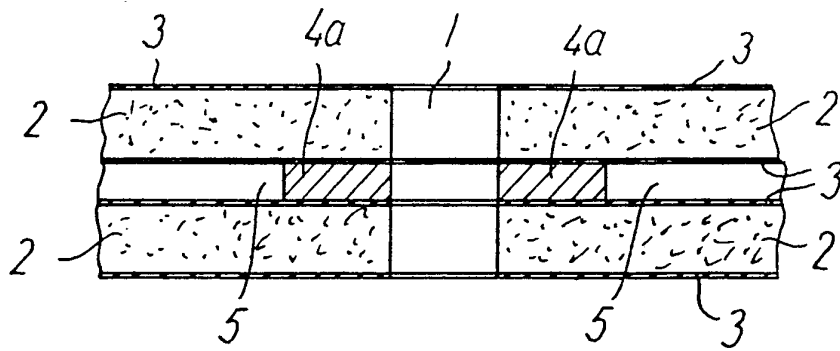


FIG. 1

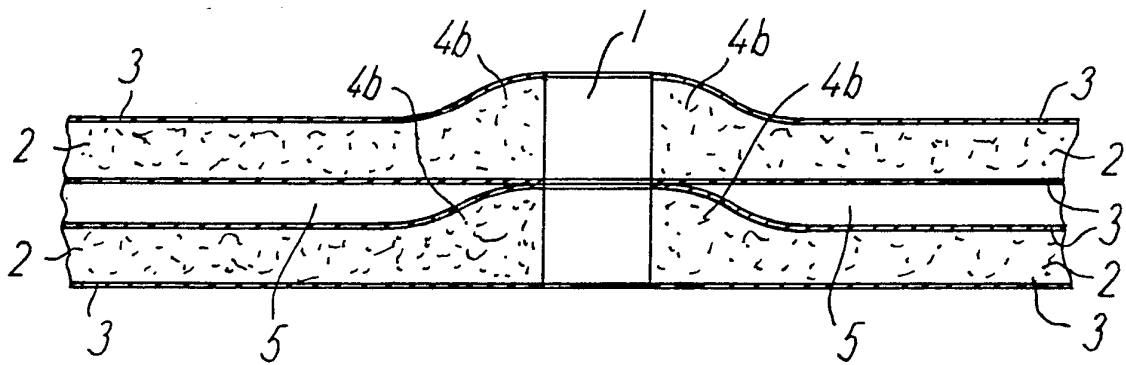


FIG. 2

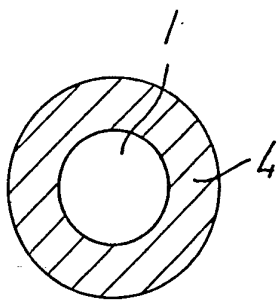


FIG. 3

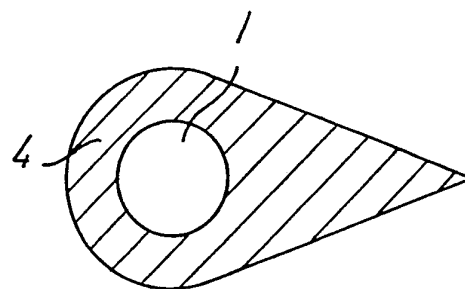


FIG. 4

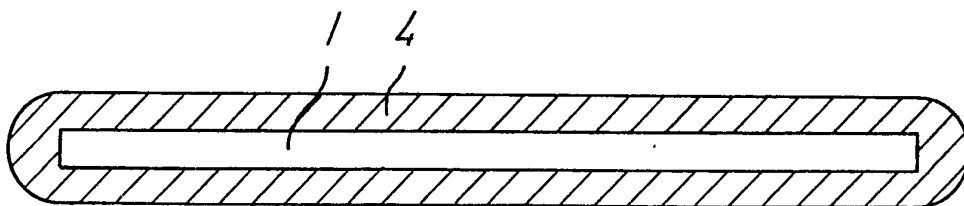


FIG. 5

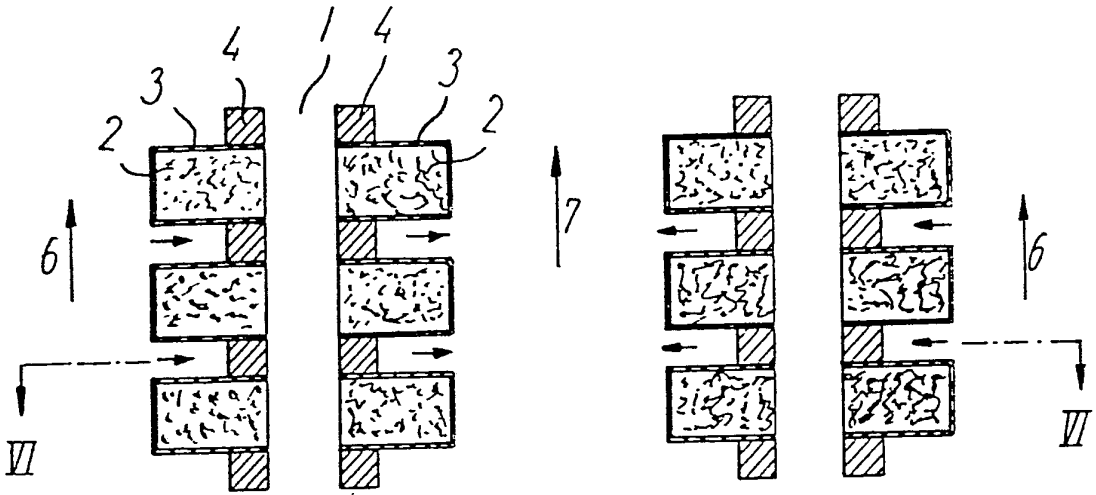


FIG. 7

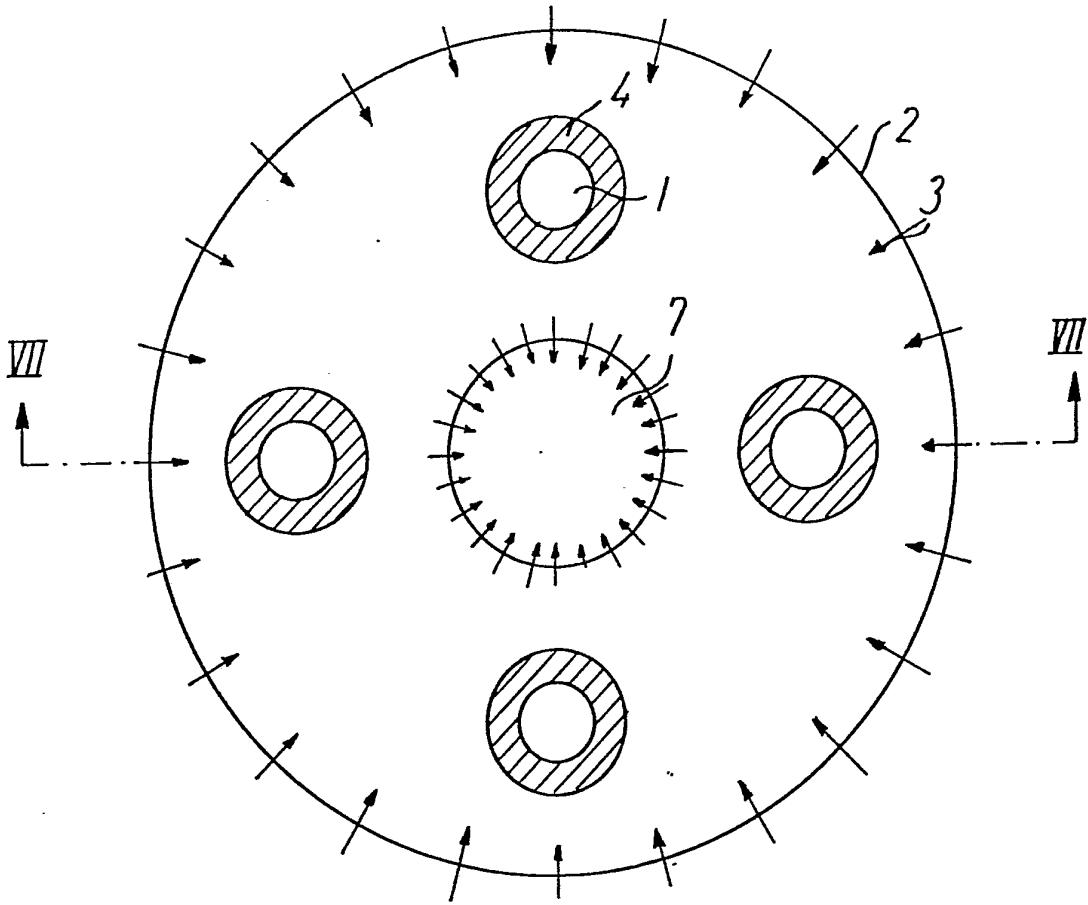


FIG. 6

FIG. 8

