(19) DANMARK

PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **154001 B**

(21) Patentansøgning nr.: **2351/80**

(51) Int.Cl.[4] **B 01 D 3/30**

(22) Indleveringsdag: **30 maj 1980**

(41) Alm. tilgængelig: **01 dec 1980**

(44) Fremlagt: **03 okt 1988**

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: **31 maj 1979 GB 7918924**

(71) Ansøger: ***IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED; Thames House North; Millbank; London SW1P 4QG, GB**

(72) Opfinder: **Colin *Ramshaw; GB, Roger Howard *Mallinson; GB**

(74) Fuldmægtig: **Firmaet Chas. Hude**

(54) Apparat til overføring af masse mellem to fluidumfaser

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

2351-80

Et apparat til at effektuere masseoverførsel mellem to fluidumsfaser, hvoraf den første er en væske, hvilket apparat har et permeabelt element (9), der (a) tillader passage af fluidumerne gennem dets porer, idet porernes vægoverflader tilvejebringer en snoet og i det væsentlige kontinuerlig vej fra trådnet (11) til trådnet (12), ad hvilken fluidumerne strømmer, og (b) kan roteres om en akse for at underkaste fluidumerne en middelacceleration på mindst 150 m.sek.$^{-2}$, når de strømmer gennem de nævnte porer, med det første fluidum strømmende væk fra den nævnte akse, organer (6 og 16) til at tilføre fluidumerne til det permeable element og organer (8) til at bortlede i det mindste et af fluidumerne eller et derivat af dette fra det permeable element. Ifølge opfindelsen har det permeable element mindst 80% tomrum og/eller indbefatter strenge, fibre, fibriller eller filamenter og/eller kan roteres for at underkaste de fluidumer, der strømmer igennem de nævnte porer, en middelacceleration på mere end ca. 5.000 m.sek.$^{-2}$.

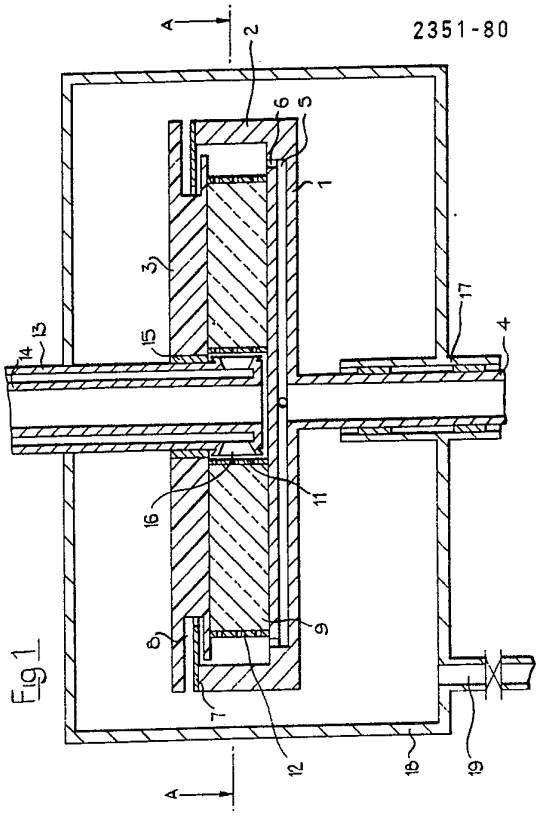


Fig 1

DK 154001 B

Den foreliggende opfindelse angår et apparat til overføring af masse mellem to fluidumfaser, hvoraf mindst den første af disse er en væske, og af den i krav 1's indledning angivne art.

Ved "masseoverførsel" forstås overførsel til en første fluidumfase fra en anden fluidumfase, eller omvendt, af mindst en del af en substans, der er et opløst produkt i den første fluidumfase, hvor den første fluidumfase (a) er en væske, (b) er i det væsentlige ikke-blandbar med den anden fluidumfase og (c) har en større tæthed end den anden fluidumfase. Absorption og destillation, der er fremgangsmåder, som i stor udstrækning benyttes i den kemiske og petrokemiske industri, er typiske masseoverførselsprocesser. Hvor der i en masseoverførselsproces indgår overførsel af det i en væske opløste produkt til en gas, eller omvendt, kan processen være "gasfilmstyret" eller "væskefilmstyret". Ved "gasfilmstyrede" masseoverførselsprocesser, for eksempel ammoniakabsorptionen i vand fra en ammoniak/atmosfærisk luftblanding, begrænses masseoverførselsmængden først og fremmest ved det opløste produkts diffusion gennem gasfasen. Ved "væskefilmstyrede" masseoverførselsprocesser, for eksempel oxygenabsorptionen i vand fra atmosfærisk luft, begrænses masseoverførselsmængden i væsentlig grad ved det opløste produkts diffusion i væskefasen. Når der i en masseoverførselsproces indgår overførsel af det opløste produkt fra en første væske til en anden væske, er processen "væskefilmstyret", og masseoverførselsmængden er i overvejende grad begrænset ved det opløste produkts diffusion gennem en af væskerne.

Masseoverførselsmængden pr. tidsenhed udtrykkes sædvanligvis som masseoverførselskoefficienter. For gasfilmstyrede og væskefilmstyrede masseoverførselsprocesser betegnes disse med henholdsvis K_G og K_L.

Fra GB-patentskrift nr. 757.149 er det kendt, at masseoverførselshastigheden mellem to fluidumfaser kan øges ved at give fluidumerne en acceleration op til ca. 2.000 m.sek.$^{-2}$ samti-

dig med, at de strømmer gennem et kendt pakningsmateriale i et roterende masseoverførselsapparat.

Fra US-patentskrift nr. 2.259.762 er det kendt i et roterende apparat til overførsel af masse at udforme det permeable element af tråddug, der almindeligvis indeholder mindre end 75% hulrum.

Det er den foreliggende opfindelses formål at forbedre apparatet af den indledningsvist nævnte art ved at forbedre apparatets permeable element og dette er ifølge opfindelsen opnået ved, at det permeable element har et porevolumen på mindst 90% og omfatter strenge, fibre, fibriller eller filamenter.

Ved en udførelsesform for opfindelsens genstand kan det permeable element have et indre skillefladeareal på mindst 350 m^2/m^3. Fortrinsvis er det permeable elements porevolumen mindst 93%. Det er en fordel, at strengene, fibrene eller filamenterne har en ækvivalent diameter mindre end 150 µm. Ved en særlig fordelagtig udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen er det permeable elements indre skillefladeareal over 1500 m^2/m^3.

Trådene, fibrene, fibrillerne eller filamenterne i det permeable element kan være mekanisk forbundet med hinanden, limet til hinanden eller punktsvejset til hinanden. De kan eventuelt også være sammenvævet eller sammenstrikket. En del af de oven for nævnte udtryk præciseres nærmere neden for.

Ved "porevolumen" menes den procentdel af det permeable elements totale volumen, der er tomrum.

Ved "fluidum" menes en substans eller en blanding af substanser, der er en gas eller en væske ved de temperatur- og trykbetingelser, ved hvilke apparatet ifølge opfindelsen drives. Hvis f.eks. det andet fluidum er en gas, kan det være en gas eller en blanding af gasser, og det første fluidum og/eller det andet fluidum (hvis det er en væske) kan være en ren væske

eller kan være en opløsning af en eller flere opløste bestanddele i væsken, hvilke bestanddele kan være en gas, en væske eller et fast stof.

Ved "grænsefladeareal" menes det overfladeareal af det permeable element, som fluidumerne kan berøre pr. volumenenhed for det permeable element.

Middelaccelerationen a_m er defineret ved ligningen:

$$a_m = \left(2\pi\frac{N}{60}\right)^2 \cdot \left(\frac{r_o^2 + r_1^2}{2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

hvor N er det permeable elements rotationshastighed om aksen målt i omdrejninger pr. minut, r_o er afstanden i meter fra omdrejningsaksen til det permeable elements radialt inderste del, og r_1 er afstanden i meter fra rotationsaksen til det permeable elements radialt yderste del.

Middelaccelerationen, der kan opnås ved apparatet ifølge den foreliggende opfindelse, er større end 5000 $m.sek^{-2}$. En sådan acceleration foretrækkes, fordi den hyppigt resulterer i en overraskende forøgelse af masseoverførselsmængden pr. tidsenhed.

Som nævnt kan strengene, fibrene, fibrillerne eller filamenterne have en ækvivalent diameter mindre end 150 µm. Fortrinsvis er denne diameter endda mindre, f.eks. under 30 µm.

Den ækvivalente diameter d_e er defineret ved ligningen:

$$d_e = \frac{4 \times \text{strengens mv. tværsnitsareal}}{\text{strengens mv. omkreds}}$$

("Chemicval Engineering" af Coulson and Ricahardson, bind 1, 2. udgave, s. 210).

Strengenes, fibrenes, fibrillernes eller filamenternes tværsnitsform kan, hvor disse benyttes, f.eks. være cirkulær, tre-

kantet, korsformet eller trenæset, skønt den fortrinsvis er cirkulær.

Det permeable element har fortrinsvis et symmetriplan gennem rotationsaksen; for eksempel kan det have form som en stang, der roteres om en akse vinkelret på stangens akse og i afstand fra dens midtpunkt. Særligt foretrækkes det, at det permeable element har et antal symmetriplaner, der skærer hinanden ved en linie, som falder sammen med rotationsaksen, f.eks. kan det være i form af en permeabel stang, der roteres om en akse vinkelret på stangens akse og sammenfaldende med dens midtpunkt. Især foretrækkes det, at det permeable element har en symmetriakse, der falder sammen med rotationsaksen. F.eks. har det permeable element form af en ring, der så kan roteres om sin symmetriakse. Hvis det permeable element er udformet som en ring, vælges den ydre diameter for ringen typisk i området fra 25 cm til 5 m, og den indre diameter ligger typisk i området 5 cm - 100 cm.

Det permeable element kan være formet i ét stykke eller bestå af flere enkeltkomponenter. Hvis det permeable element er formet i ét stykke, kan det fremstilles med porer, for eksempel støbt som et skum, eller der kan senere være formet porer deri, f.eks. støbes som en massiv blok omkring saltpartikler, der senere opløses, eller materialet kan arrangeres til at danne porer, f.eks. som en metaltrådsopvikling. Hvis det permeable element består af et antal enkeltkomponenter, kan de individuelle komponenter være permeable, i hvilket tilfælde en del af porerne er dannet i komponenterne, og en del af porerne er mellem komponenterne. Alternativt kan de individuelle komponenter være ikke-permeable. Når det permeable element er formet af individuelle komponenter, foretrækkes det hyppigt, at de er tråde, strenge, fibre, fibriller eller filamenter, i hvilket tilfælde det permeable elements porer dannes mellem dets komponenter. Det foretrækkes hyppigt, at det permeable element er formet som et helt stykke og/eller er selvbærende, da dette reducerer muligheden for, at dets porevolumen formindskes ved brug. Det er ofte ønskeligt at forme det permea-

ble element ud fra passende formede dele, f.eks. segmenter eller bueformede dele af mekanisk selvbærende materiale.

Det permeable element kan fremstilles af materiale, der har den tilstrækkelige mekaniske styrke til at modstå de påvirkninger som frembringes i materialet under det permeable elements rotation ved de benyttede rotationshastigheder. Det foretrækkes, at materialet er modstandsdygtigt over for angreb fra eller mod reaktion med de fluidumer, med hvilke det kan komme i fysisk kontakt. Typisk er det materiale, hvoraf det permeable element er lavet, af glas, plast, f.eks. en siliconeharpiks eller polytetrafluorethylen, eller et kemisk modstandsdygtigt metal, f.eks. rustfrit stål, nikkel, titan eller tantal. Alternativt kan materialet være en sammensætning af to eller flere materialer i en passende sammensætning. For eksempel kan det omfatte en korrosionsmodstandsdygtig belægning, f.eks. af glas eller plast, på et korroderbart underlag, f.eks. korroderbare metalstrenge.

Selv om det permeable element fortrinsvis er homogent, udelukkes ikke muligheden for, at det permeable element kan være et kombineret produkt, f.eks. en ring af metaltrådnet, der kan være omgivet af en ring af metalforstærket skum.

Typiske eksempler på egnede materialer til brug som permeable elementer i den foreliggende opfindelses apparat omfatter bl.a. en ring eller rulle af vævet bånd, en sintret masse, et strikket, sammenknyttet eller vævet metaltrådsklæde, et rynket netværk, skeletskum, fortrinsvis metalskeletskum, en måtte med tilfældigt lagte fibre eller en fibermasse.

Ved "skeletskum" menes et relativt stift netværksskum, der typisk er metallisk eller keramisk. Et sådant skummateriale fremstilles ved at påføre et fiberagglomerat, f.eks. et filtet materiale, en metalbelægning eller at dette påføres et åbencellet skum, såsom et åbencellet polyurethanskum, og derefter udlude eller på anden måde fjerne fibrene eller skummet for at efterlade et metalskelet i form af en mængde af tynde strenge

eller fibre af metal, der er sammenfiltret til et tredimensionalt netværk. Ved "forholdsvis stift" menes, at matrixen eller grundmassen er i stand til at modstå centrifugalkraften og andre belastninger, den er påtvunget under driften af apparatet ifølge opfindelsen, uden at underkastes en signifikant deformationsændring, der kunne bidrage til at lukke skummets porer og på upassende måde begrænse fluidumernes strøm derigennem. Metalskeletskum har også hyppigt den yderligere fordel, at det nemt kan bearbejdes til den korrekte størrelse og er tilstrækkeligt deformerbart, således at det kan formes, for eksempel ved at bøje det til en buet del, som er egnet til at blive monteret i apparatet ifølge opfindelsen.

Hvis det indre poreareal for et særskilt permeabelt element forøges, vokser trykfaldet hen over det permeable element, og muligheden for tilsmudsning og overfyldning af det permeable element forøges. Enkle forsøg vil nemt afsløre et passende permeabelt element for enhver ønsket kombination af rotationshastighed og fluidum.

Det vil ses, at når det permeable element ikke er mekanisk selvbærende, f.eks. omfatter en hel masse arrangeret til dannelse af porer mellem dets enkelte dele af dette, eller når det består af et antal adskilte komponenter, eller er et sammensat stof, er det hyppigt nødvendigt at have organer til at holde det permeable element i den ønskede form for at bevare dets permeabilitet. Det nævnte organ er fortrinsvis udformet som en del, der kan drejes om den samme akse som det permeable element (herefter kaldt "den roterbare del"), og hvori det permeable element er anbragt. Desuden, når det permeable element er mekanisk selvbærende, er det hyppigt fortrinsvis anbragt i en roterbar del.

Når en sådan roterbar del benyttes, kan det permeable element anbringes igennem hele eller i en del af den roterbare del. Størrelsen af det permeable element og dets anbringelse i den roterbare del kan bestemmes ved tætheden og det indre poreareal for det permeable element og ved fluidumernes strømnings-

karakteristika. Når det permeable element er anbragt i kun en del af den roterbare del, foretrækkes det hyppigt, at det permeable element er anbragt i et radialt ydre lag af den roterbare del, da størrelsen af centrifugalkræfter, som virker på fluidumet i dette lag, vokser, når afstanden fra aksen forøges, og dermed kan lagets tykkelse reduceres. Når det permeable element er anbragt i en roterbar del, som har en symmetriakse sammenfaldende med rotationsaksen, er det permeable element fortrinsvis fordelt symmetrisk om aksen, således at den roterbare del er dynamisk afbalanceret, når den roteres.

Den roterbare del, når den benyttes, kan være konstrueret af ethvert materiale, som har (a) stor nok mekaniske styrke til at modstå påvirkninger, som frembringes i materialet under den roterbare dels rotation ved de benyttede omdrejningshastigheder og (b) stor nok korrosionsmodstandsevne til at kunne tåle de omgivelser, med hvilke den roterbare del kan komme i berøring under brug. Typiske materialer, hvoraf den roterbare del kan konstureres, indbefatter bl.a. rustfrit stål, blødt stål, messing, aluminium, nikkel og Monel. Valg af et passende materiale vil ikke være noget problem for en fagmand.

Den hastighed, hvormed det permeable element roteres, afhænger bl.a. af dets porøsitet, den krævede gennemstrømningsmængde for fluidumerne og den radiale afstand, gennem hvilken fluidumerne strømmer i det permeable element. Den minimale hastighed, ved hvilken det permeable element roteres, bestemmes hyppigt ved væskens strømningskarakteristika. Den maksimale hastighed, ved hvilken det permeable element kan roteres, må styres af det permeable elements mekaniske styrke, og af den roterbare dels mekaniske styrke, hvor denne benyttes. Når man benytter en roterbar del, og når den er udformet som en hul rustfri stålskive, hvori det permeable element er anbragt, er de typiske rotationshastigheder som følger: For en skive med en diameter på 0,5 m: 1.000 - 3.000 omdr./min, for en skive med en diameter på 1 m: 500 - 2.000 omdr./min., for en skive med en diameter på 1,5 m: 400 - 1.000 omdr./min. Når rotationshastigheden forøges, aftager tykkelsen af væskelaget på

væggene af det permeable elements porer ved enhver given afstand fra rotationsaksen.

Almindeligvis ligger rotationshastigheden i området fra 50 omdr. til 10.000 omdr./min., fortrinsvis i området 100 - 5.000 omdr./min., og det gunstigste antages at ligge i området fra 500 omdr./min. til 2.000 omdr./min.

For en bestemt middelacceleration og en bestemt radial afstand, over hvilken fluidumerne strømmer gennem et permeabelt element, kan det permeable elements rotationshastighed nemt beregnes.

Medens rotationsaksen kan være vandret eller lodret eller have en vilkårlig vinkel derimellem, er det hyppoigt gunstigt at have en lodret akse. Når man benytter et permeabelt element i form af en ring, er rotationsbevægelsen typisk påført denne ved hjælp af en aksel, der rager ud fra ringens plan langs dens akse (f.eks. fra toppen og/eller bunden, hvis aksen er lodret). Det permeable element kan f.eks. roteres ved hjælp af et hydraulisk variabelt drivorgan, en remskive, som kan være drevet af en rem fra en elektrisk motor, eller ved turbofremdrivning.

Strømningsretningen for det andet fluidum ved processen ved brug af apparatet ifølge den foreliggende opfindelse afhænger af to fluidumers relative tæthed eller massefylde og af deres strømmængder. Man kan arbejde med medstrøms- eller modstrømsstrømning.

Væskernes strøm gennem det permeable elements porer sker i det væsentlige i planer vinkelret på omdrejningsaksen, dvs. som en radial strømning, skønt muligheden for, at der kan være en lille strømkomponent parallelt med aksen ikke udelukkes. Det vil indses, at ved at benytte et permeabelt element med en radial tykkelse væsentlig større end dets aksiale længde, f.eks. et skiveformet, permeabelt element, og ved at chargere det første fluidum i det væsentlige ensartet langs skivens aksiale

længde, reduceres muligheden for, at det første fluidums strømning har en aksial komponent. F.eks., når det permeable element er i form af en skive, kan det have en diameter på 80 cm og en aksial længde på 20 cm.

I det mindste en hovedandel af det første fluidum eller et derivat af dette udtømmes fra det permeable element ved eller hen imod dets radialt ydre omkreds. Således tilvejebringes i det mindste et organ i afstand fra det permeable elements radialt ydre omkreds til at reducere udtømningen af væskeformet materiale. F.eks., når det permeable element er udformet som en ring, kan der i et med dette være formet en skal på de plane overflader, eller skiverne kan holdes i berøring med hver af de plane flader, eller, hvor man benytter en rotationsdel, kan den være udformet til at hindre den oven for nævnte væskelevering i afstand fra det permeable elements radialt ydre omkreds. F.eks. kan den roterbare del være en hul skive, hvori det permeable element er anbragt, idet det permeable elements plane flader danner en tætning mod plane overflader for den hule skive.

Hvor modstrøm benyttes, vil man indse, at det er nødvendigt med organer i afstand fra rotationsaksen og fortrinsvis op ad det permeable elements radialt ydre omkreds for at chargere det permeable element med det andet fluidum. F.eks. kan det permeable element blive understøttet i en roterbar del til dannelse af et rum mellem det permeable elements radialt ydre omkreds og den roterbare dels indre overflade, ind i hvilket rum det første fluidum strømmer til at danne en væsketætning, hvorigennem det andet fluidum kan chargers til det permeable element. Når det andet fluidum er en blanding af komponenter, kan dette leveres til det nævnte rum gennem det samme eller adskilte tilførselsorganer, der hensigtsmæssigt er radialt rettede kanaler i det roterbare elements basis.

Når det første fluidum strømmer radialt udad gennem det roterbare, permeable element, vokser det tryk, som det første fluidum er underkastet. Når man benytter modstrøm, vil man således-

es se, at for at chargere det permeable element med det andet fluidum skal det andet fluidum være ved et tryk, der er større end trykket for det første fluidum ved den position på det permeable element, ved hvilken det permeable element chargeres med det andet fluidum.

Når det permeable element er understøttet i en roterbar del, omfatter organer til at tilføre det første fluidum til det permeable element typisk en munding eller et hul i den roterbare del, hvorigennem fluidum kan strømme. Når den roterbare del er en hul skive, er tilførselsorganet hensigtsmæssigt anbragt aksialt, skønt muligheden for, at det kan være anbragt mellem rotationsaksen og organet til at chargere det andet fluidum til det permeable element ikke udelukkes. Når det første fluidum er en blanding af komponenter, kan disse tilføres til det permeable element gennem det samme eller et særskilt tilførsesorgan, f.eks. kan de tilføres gennem koncentriske rør.

Når et permeabelt element båret i en roterbar del benyttes i apparatet ifølge opfindelsen, omfatter organet til at udtømme det første fluidum eller en komponent eller et derivat af dette fra den roterbare del typisk en eller flere mundinger eller huller i den roterbare dels omkreds i afstand fra rotationsaksen, gennem hvilke(n) munding(er) fluidum kan strømme ud som en forstøvet stråle. F.eks., når den roterbare del er en hul skive, hvori det ringformede permeabele element er anbragt, kan mundingen hensigtsmæssigt være udformet som en langs omkredsen forløbende spalte i den hule skives væg, og spalten eller slidsen er fortrinsvis kontinuert, eller omkredsvæggen kan have et antal mundinger.

Når det permeable element båret i en roterbar del benyttes i apparatet ifølge opfindelsen, omfatter organer til til at udtømme det andet fluidum eller en komponent eller et derivat af dette fra den roterbare del typisk en eller flere mundinger i den roterbare del, hvorigennem det andet fluidum eller en komponent eller et derivat af dette kan strømme. Når den roter-

bare del er en hul skive, hvori der er anbragt et ringformet, permeabelt element, er mundingen hensigtsmæssigt anbragt aksialt.

Hensigtsmæssigt er det permeable element eller den roterbare del, hvor denne benyttes, monteret i et stationært, fluidum-opsamlende organ, f.eks. et hus, som kan opsamle fluidumerne eller komponenterne eller derivaterne af disse, som afleveres fra det permeable element i afstand fra rotationsaksen. Desuden, når det stationære, fluidum-opsamlende organ er udformet som et tætnet hus, kan det andet fluidum chargeres til dette og derved til det permeable element, f.eks. via passende anbragte mundinger i en roterbar del. Det vil indses, at når man benytter modstrøm i apparatet ifølge opfindelsen, kan det permeable element og den roterbare del, når denne benyttes, monteres i fluidum-opsamlingsorganet, således at fluidum afleveret fra det permeable element i afstand fra omdrejningsaksen ikke kommr i berøring med fluidum afleveret tæt ved omdrejningsaksen. Alternativt har det permeable element eller den roterbare del, når denne benyttes, en langs omkredsen forløbende kanal, ind i hvilken det første fluidum strømmer.

Et eller flere hensigtsmæssigt anbragte stationære opsamlingsorganer, f.eks. en viftehaleformet skovl, dypper ned i kanalen, og det første fluidums rotationshastighed tvinger fluidumet gennem opsamlingsorganet til et egnet sted.

Fluidumernes opholdstid i det permeable element er en funktion af det permeable elements radiale dimensioner, det permeable elements art og permeabilitet, rotationshastigheden og fluidumstrømmængden pr. tidsenhed. Disse parametre samvirker indbyrdes og påvirker opholdstiden. F.eks., når radien (af et skiveformet, permeablet element) forøges, og de andre parametre holdes konstant, forøges opholdstiden; når strømmængden pr. tidsenhed forøges, og de andre parametre holdes konstant, reduceres opholdstiden. Når rotationshastigheden øges, og de andre parametre holdes konstant, reduceres opholdstiden.

Det vil indses, at for at frembringe en væskeoverflade med stort areal i det permeable element, "befugter" det første fluidum og/eller det andet fluidum, når dette er en væske, i det væsentlige hele vægfladen af det permeable elements porer. Befugtning af det permeable element vil i nogen grad afhænge af dynamiske faktorer, men fremmes af fugtende ligevægtsbetingelser. Et fluidum, der har en lille grænsefladespænding med det permeable element, vil således have en tendens til at forskydes bort fra porefladerne af det permeable element, medens et fluidum, der har en stor grænsefladespænding med det permeable element, vil trækkes til porefladerne, og denne forskydning fremmes af en lille grænsefladespænding mellem de to fluidumer. For at fremme "befugtningen" af det permeable element er overfladen af det permeable elements porer fortrinsvis belagt med et befugtningsmiddel, eller, hvor modstrøm benyttes, vil man indse, at det er nødvendigt med organer i afstand fra rotationsaksen og fortrinsvis op ad det permeable elements radialt ydre omkreds for at chargere det permeable element med det andet fluidum. F.eks. kan det permeable element blive understøttet i en roterbar del til dannelse af et rum mellem det permeable elements radialt ydre omkreds og den roterbare dels indre overflade, ind i hvilket rum det første fluidum strømmer til at danne en væsketætning, hvorigennem det andet fluidum kan chargers til det permeable element. Når det andet fluidum er en blanding af komponenter, kan dette leveres til det nævnte rum gennem det samme eller adskilte tilførselsorganer, der hensigtsmæssigt er radialt rettede kanaler i det roterbare elements basis.

Når det første fluidum strømmer radialt udad gennem det roterbare, permeable element, vokser det tryk, som det første fluidum er underkastet. Når man benytter modstrøm, vil man således se, at for at chargere det permeable element med det andet fluidum skal det andet fluidum være ved et tryk, der er større end trykket for det første fluidum, ved den position på det permeable element, ved hvilken det permeable element chargeres med det andet fluidum.

Når det permeable element er understøttet i en roterbar del, omfatter organer til at tilføre det første fluidum til det permeable element typisk en munding eller et hul i den roterbare del, hvorigennem fluidum kan strømme. Når den roterbare del er en hul skive, er tilførselsorganet hensigtsmæssigt anbragt aksialt, skønt muligheden for, at det kan være anbragt mellem rotationsaksen og organet til at chargere det andet fluidum til det permeable element ikke udelukkes. Når det første fluidum er en blanding af komponenter, kan disse tilføres til det permeable element gennem det samme eller et særskilt tilførsesorgan, f.eks. kan de tilføres gennem koncentriske rør.

Når et permeabelt element båret i en roterbar del benyttes i apparatet ifølge opfindelsen, omfatter organet til at udtømme det første fluidum eller en komponent eller et derivat af dette fra den roterbare del typisk en eller flere mundinger eller huller i den roterbare dels omkreds i afstand fra rotationsaksen, gennem hvilke(n) munding(er) fluidum kan strømme ud som en forstøvet stråle. F.eks., når den roterbare del er en hul skive, hvori det ringformede permeabele element er anbragt, kan mundingen hensigtsmæssigt være udformet som en langs omkredsen forløbende spalte i den hule skives væg, og spalten eller slidsen er fortrinsvis kontinuert, eller omkredsvæggen kan have et antal mundinger.

Når det permeable element båret i en roterbar del benyttes i apparatet ifølge opfindelsen, omfatter organer til til at udtømme det andet fluidum eller en komponent eller et derivat af dette fra den roterbare del typisk en eller flere mundinger i den roterbare del, hvorigennem det andet fluidum eller en komponent eller et derivat af dette kan strømme. Når den roterbare del er en hul skive, hvori der er anbragt et ringformet, permeabelt element, er mundingen hensigtsmæssigt anbragt aksialt.

Hensigtsmæssig er det permeable element eller den roterbare del, hvor denne benyttes, monteret i et stationært, fluidum-

opsamlende organ, f.eks. et hus, som kan opsamle fluidumerne eller komponenterne eller derivaterne af disse, som afleveres fra det permeable element i afstand fra rotationsaksen. Desuden, når det stationære, fluidum-opsamlende organ er udformet som et tætnet hus, kan det andet fluidum chargeres til dette og derved til det permeable element, f.eks. via passende anbragte mundinger i en roterbar del. Det vil indses, at når man benytter modstrøm i apparatet ifølge opfindelsen, kan det permeable element og den roterbare del, når denne benyttes, monteres i fluidum-opsamlingsorganet, således at fluidum afleveret fra det permeable element i afstand fra omdrejningsaksen ikke kommer i berøring med fluidum afleveret tæt ved omdrejningsaksen. Alternativt har det permeable element eller den roterbare del, når denne benyttes, en langs omkredsen forløbende kanal, ind i hvilken det første fluidum strømmer.

Et eller flere hensigtsmæssigt anbragte stationære opsamlingsorganer, f.eks. en viftehaleformet skovl, dypper ned i kanalen, og det første fluidums rotationshastighed tvinger fluidumet gennem opsamlingsorganet til et egnet sted.

Fluidumernes opholdstid i det permeable element er en funktion af det permeable elements radiale dimensioner, det permeable elements art og permeabilitet, rotationshastigheden og fluidumstrømmængden pr. tidsenhed. Disse parametre samvirker indbyrdes og påvirker opholdstiden. F.eks., når radien (af et skiveformet, permeablet element) forøges, og de andre parametre holdes konstant, forøges opholdstiden; når strømmængden pr. tidsenhed forøges, og de andre parametre holdes konstant, reduceres opholdstiden. Når rotationshastigheden øges, og de andre parametre holdes konstant, reduceres opholdstiden.

Det vil indses, at for i det permeable element at frembringe en væskeoverflade med stort areal, "befugter" det første fluidum og/eller det andet fluidum, når dette er en væske, i det væsentlige hele vægfladen af det permeable elements porer. Befugtning af det permeable element vil i nogen grad afhænge af dynamiske faktorer, men fremmes af fugtende ligevægtsbetingel-

ser. Et fluidum, der har en lille grænsefladespænding med det permeable element, vil således have en tendes til at forskydes bort fra porefladerne af det permeable element, medens et fluidum, der har en stor grænsefladespænding med det permeable element vil trækkes til porefladerne, og denne forskydning fremmes af en lille grænsefladespænding mellem de to fluidumer. For at fremme "befugtningen" af det permeable element er overfladen af det permeable elements porer fortrinsvis belagt med et befugtningsmiddel, eller et befugtningsmiddel tilsættes fortrinsvis til mindst et af fluidumerne. F.eks., når det første fluidum er vand, og det permeable elements porer har en hydrofob overflade, f.eks. når det permeable element er en måtte af polytetrafluorethylenfibre, kan hensigtsmæssige, overfladeaktive midler, f.eks. natriumdodecylsulfat eller et Monflur-overfladeaktivt middel, tilsættes til vandet. Når det første og det andet fluidum er væsker, foretrækkes det hyppigt, at porernes vægoverflader "befugtes",fortrinsvis af det første fluidum.

Et antal af permeable elementer, der hver har passende fluidum-opsamlende organer, typisk et hus, skønt muligheden for at benytte den oven for beskrevne langs omkredsen forløbende kanal og tilknyttede bortledningsorganer ikke udelukkes, kan samles i en serie med fluidumstrømforbindelse. Det ses, at hensigtsmæssige pumper kan anbringes på hensigtsmæssige steder i de ledninger, der forbinder ved siden af hinanden anbragte permeable naboelementer. De permeable elementer kan efter ønske monteres langs en fælles akse. Medens fluidumerne kan strømme medstrøms gennem serien, foretrækkes det hyppigt ved drift at benytte modstrøm.

Apparatet ifølge den foreliggende opfindelse kan omfatte en række af permeable elementer forbundet i serie således, at fluidumerne strømmer gennem porerne i de permeable elementer under en middelacceleration på mindst 150 $m.sek.^{-2}$ med det første fluidum strømmende radialt udad væk fra rotationsaksen, og hvor vægfladerne i porerne danner en snoet og i det væsentlige kontinuerlig flade, hen over hvilken fluidumerne strøm-

mer. Elementet består af tråde, strenge, fibre, fibriller eller filamenter. Porevolumenet er mindst 90% og middelaccelerationen er mere end ca. 5.000 m.sek.$^{-2}$.

Fortrinsvis er hvert permeable element en ring, og det foretrækkes især, at hver rings akse falder sammen med omdrejningsaksen.

Materialerne og konstruktionen af det permeable element, og hvor denne benyttes, af den roterbare del, kan vælges under hensyntagen til arten af den masseoverførsel, der skal ske deri. Når der f.eks. foregår en endoterm reaktion i apparatet ifølge opfindelsen, kan det permeable og/eller den roterbare del, når denne benyttes, udstyres med opvarmningsorganer, f.eks. elektriske modstandstråde; når en eksoterm reaktion foregår i apparatet ifølge opfindelsen, kan det permeable element og/eller den roterbare del, såfremt denne benyttes, udstyres med køleorganer, f.eks. en kølespiral.

Apparatet ifølge den foreliggende opfindelse kan bl.a. benyttes til absorptions-, desorptions-, modstrømsekstraktions-, destillations- og homogeniseringsprocesser.

Absorptionsprocesser, der kan gennemføres i apparatet ifølge den foreliggende opfindelse, kan være fysiske, f.eks. absorption af ammoniak, nitrogenoxider eller hydrogenchlorid i vand, eller ammoniak i saltlage, eller nitrogenoxider i salpetersyre, eller de kan omfatte en kemisk reaktion, f.eks. absorption af svovldioxid i kalkmælk til at danne calciumbisulfit; absorption af oxygen/atmosfærisk luftblandinger for oxidering af hydrocarboner, f.eks. cumene, cyklohexan eller en xylen; absorption af svovltrioxid til sulfonering af organiske forbindelser, især C_{10}-C_{20} α-olefiner; absorption af chlor eller brom for at chlorere eller bromere paraffiner og olefiner; absorption af chlor i kaustisk sodaopløsning for tilberedning af hypochlorit.

Desorptionsprocesser, der kan udøves i apparatet ifølge den foreliggende opfindelse, omfatter bl.a. fjernelse af reak-

tionsbiprodukter, f.eks. ethylenglycol, fra en polymeriseringssmelte af polyethylenterephthalat "monomer", deodorisering af naturlige olier og fedtstoffer, f.eks. bomuldsfrøolie, sojabønneolie, majsolie, svinefedt, ved at behandle olierne eller fedtstofferne med vanddamp; flygtiggørelse af organiske materialer fra vandig opløsning, f.eks. fjernelse af acetone fra vand ved atmosfærisk luft; og fjernelse af ammoniak og carbondioxid fra saltlage. Hyppigt effektueres sådanne desorptionsprocesser ved reduceret tryk, der typisk ligger mellem 1 mm og 10 mm kviksølv.

Ekstraktioner, der kan effektueres i apparatet ifølge den foreliggende opfindelse, omfatter bl.a. ekstraktion af benzen, toluen og xylen fra omdannet naphtha under brug af f.eks. diethylenglycol eller Sulfolane som ekstraktionsmiddel; dehydrering af vandigt hydrogenfluorid eller vandigt hydrogenchlorid med oleum; ekstraktion af myresyre og acetatsyre fra den såkaldte sorte væske inden for cellulose-industrien med methylethylketon.

Destilleringer, der kan effektueres i apparatet ifølge opfindelsen, omfatter bla. adskillelse af ethylbenzen fra xylen, adskillelse af C_2-hydrocarboner (ethylen fra ethan), adskillelse af C_3-hydrocarboner (propylen fra propan), adskillelse af aromastoffer, adskillelse af mono-, di- og trimethylaminer og ethylaminer, isopentanadskillelse fra let naphtha og propylenoxid/vand-adskillelse.

Hvor destillation effektueres i apparatet ifølge opfindelsen, vil det indses, at væskedannende organer, f.eks. en kondensator, er påkrævet for at danne væske af den damp, der afleveres fra det permeable element, og at fordampningsorganer, f.eks. en koger, er nødvendige for at fordampe en væske, hvis damp chargeres til det permeable element. Det foretrækkes, at et antal af permeable elementer, hver med sit tilknyttede fluidum-opsamlende organ og fortrinsvis anbragt i en roterbar del, er forbundet i serie, og at serien har hjælpeudstyr såsom det væskedannende organ og fordampningsorganet til dannelse af destillationsapparatet.

Apparatet ifølge den foreliggende opfindelse kan være et destillationsapparat med et antal permeable elementenheder, hver med dens tilknyttede fluidum-opsamlingsorgan, og forbundet i serie og roterbart om en fælles akse, fordampningsorganer til at fordampe en væske, hvis damp chargeres til serien af permeable elementer, og kondenseringsorganer for at omdanne en damp afleveret fra den nævnte serie til væske. Porevolumenet i det permeable element er mindst 90%. Elementet består af tråde, strenge, fibre, fibriller eller filamenter og middelaccelerationen er på mere end 5.000 $m.sek^{-2}$.

Når kontinuert destillation effektueres i det ovennævnte destillationsapparat, bestemmes det punkt, ved hvilket væsken fødes til destillationsapparatet, ved den tilførte væskes sammensætning. Det nævnte punkt kan nemt bestemmes af en fagmand. Den tilførte væskes fraktioner med lavere og højere kogepunkter strømmer fra det nævnte punkt via det permeable element til modstående ender af serien af permeable elementer, hvor de udtømmes som en damp henholdsvis en væske. Dampen omdannes til væske i en kondensator, og en del af væsken opsamles, og en del føres tilbage til de permeable elementer. En del af væsken udleveret fra serien af permeable elementer opsamles, og en del fordampes i fordampningsorganet, og den frembragte damp føres tilbage til serien af permeable elementer.

Apparatet ifølge den foreliggende opfindelse kan også tilpasses til såkaldt "damprekompression", hvorved man mener kompression af en damp og ekstraktion af varme fra denne i en varmeveksler. Den damp, der strømmer ud fra serien af permeable elementer, komprimeres i en kompressor, og den varme damp og/eller væske fra kompressoren fødes via ekspansionsorganer til en varmeveksler. I varmeveksleren afgiver den varme damp og/eller væske varme, der absorberes af en del af den væske, der er udtømt fra serien af permeable elementer, hvilken væskeandel kræver mindre varme fra kogeren for fordampning. På denne måde kan destillationsapparatets totale energikrav reduceres. Det foretrækkes, at kompressoren drives af den

drivaksel, der roterer en eller flere af de permeable elementer.

Den foreliggende opfindelse beskrives nærmere nedenfor under henvisning til tegningen, der blot som et eksempel viser et apparat ifølge den foreliggende opfindelse til at effektuere masseoverførsel mellem to fluidumsfaser.

På tegningen viser

fig. 1 et længdesnit gennem et gasabsorptionsapparat;

fig. 2 et tværsnit i en anden målestok langs linien AA i fig. 1;

fig. 3 en skematisk gengivelse af et kontinuerligt destillationsapparat ifølge opfindelsen; og

fig. 4 en skematisk gengivelse af det i fig. 3 viste apparat, tilpasset til damprekompression.

I fig. 1 og 2 er en hul skive med en rustfri stålbund 1 og en væg 2 og et låg 3 af "Perspex" (gennemsigtig, hård plast), boltet til væggen 2. Skiven har en hul aksel 4. Den hule aksel 4 er i forbindelse med fire radiale kanaler 5 i bunden 1, hvilke kanaler 5 fører til porte 6, hvorigennem et fluidum kan strømme.

Væggen 2 har en læbe 7, der er i indgreb med en ringformet rende 8 i låget 3. En ring 9 af metalskeletskum, f.eks. "Retimet 80", er båret i den hule skive mellem bund og låg og er indadtil begrænset af et trådnet 11 og udadtil af et trådnet 12 og danner et ringformet, permeabelt element. To koncentriske rør 13 og 14 rager gennem låget 3 via en gastæt pakning 15. Det ydre rør 13 er i forbindelse med fire vifteformede dyser 16, hvorigennem et fluidum kan tilføres ringen 9. Den hule aksel 4 er roterbart monteret på rullelejer i et lejehus 17, der er forbundet til et stationært, fluidumopsamlende or-

gan i form af et rustfrit stålhus 18 med en port 19. En elektrisk (ikke vist) motor driver den hule aksel ved hjælp af et "v"-remdrev.

Ved drift roteres den hule skive, og en væske fødes via røret 13 til metalskeletskummet 9, strømmer radialt udad gennem skummet 9 for at fylde rummet mellem trådnettet 12 og væggen 2 og drives ud gennem passagen afgrænset af læben 7 og renden 8. En gas tilføres apparatet gennem den hule aksel 4 og portene 6 og strømmer ind i det ringformede rum mellem væggen 2 og trådnettet 12. Væsken i rummet mellem væggen 2 og det ydre net 12 hindrer gasudslip ved væggen 2, og gassen tvinges gennem det permeable elements porer i modstrøm til væsken for at strømme ud gennem røret 14. Væsken opsamles i huset 18 og kan efter ønske ledes bort gennem porten 19.

I fig. 3 er en stabel af stationære huse 20, 21, 22 og 23, en kondensator 24 og en koger 25 monteret om en drivaksel 26. Drivakselen 26 roterer de permeable eelementer båret i roterbare (ikke viste) dele monteret i husene 20, 21, 22 og 23. Væskeledninger 27, 28, 29 og dampledninger 30, 31, 32 med passende indkoblede (ikke viste) pumper, forbinder ved siden af hinanden anbragte huse. En dampledning 33 og en væskeledning 34 med en fordeler 35 forbinder kondensatoren 24 til stabelen af huse. En dampledning 36 og en væskeledning 37 med en fordeler 38, forbinder kogeren 25 til stabelen af huse. En fødeledning 39 er fastgjort til væskeledningen 28.

Ved drift roteres drivaksleen 26 ved hjælp af en (ikke vist) motor. Fødevæske strømmer ind i destillationsapparatet gennem fødeledningen 39, blandes med væsken i ledningen 28 og tvinges radialt udad gennem det permeable element i huset 22 under berøring med den damp, som strømmr radialt indad gennem det permeable element i huset. En del af fraktionen med lavt kogepunkt i fødevæsken strippes og fjernes med dampen gennem ledningen 31 til det permeable element i huset 21, medens fraktionen med højere kogepunkt strømmr med væsken gennem ledningen 29 til det permeable element i huset 23. Fraktionen med

det højere kogepunkt, udledt fra huset 23, strømmer gennem ledningen 37, en andel afdeles gennem fordeleren 38 til en lagertank, og resten fødes til kogeren 25. Damp, der strømmer ud fra kogeren 25, passerer gennem ledningen 36 til det permeable element i huset 23. Damp strømmer gennem det permeable element, indtil fraktionen med det lavere kogepunkt afleveres i ledningen 33, og strømmer så til kondensatoren 24. Væsken, der strømmer ud fra kondensatoren, passerer gennem ledningen 34, og en andel af denne aftappes gennem fordeleren 35 til en lagertank, og resten føres tilbage til stabelen af huse.

I fig. 4 er en kompressor 40 monteret på drivakselen 26. En dampledning 33 og en væskeledning 41 forbinder kompressoren til stabelen af huse henholdsvis til en varmeveksler 42. En væskeledning 43 med en fordeler 44, forbinder varmeveksleren 42 til stabelen af huse.

Ved drift afleveres fraktionen med det lavere kogepunkt fra stabelen af huse og strømmer gennem ledningen 33 til kompressoren 40, hvor den komprimeres til dannelse af en væske. Væsken strømmer gennem ledningen 41 til varmeveksleren 42, hvor den afgiver varme, der absorberes af fraktionen med det højere kogepunkt. Den kølede væske fra varmeveksleren passerer gennem ledningen 43, og en andel af denne tappes af gennem fordeleren 44 til en lagertank, og resten føres tilbage til stabelen af huse.

Eksempel 1

Et ringformet permeabelt element med en indre radius på 4,7 cm og en ydre radius på 9 cm dannet af "Knitmesh 9031" (indre grænsefladeareal 1.650 m^{-1}, porevolumen 94%) blev monteret i en hul skive, som illustreret i fig. 1 og 2. Skiven blev roteret ved 2.850 omdr./min., medens deoxygeneret vand i en mængde på 17 x 10^{-5} $m.^{3}sek.^{-1}$ blev tilført til den hule skive for at strømme radialt udad gennem porerne for Knitmesh'en, og atmosfærisk luft blev tilført i en radialt indad forløbende strøm. Koncentrationen af oxygen i vand, udledt fra skiven,

blev målt under brug af en sonde for opløst oxygen. Prøven blev gentaget ved en omdrejningshastighed på 3.350 omdr./min. I et yderligere eksperiment blev den hule skive pakket med glasperler (1,5 mm diameter, grænsefladeareal 2.400 m^2/m^3, porevolumen 50%), og der blev udført gennemløb under de samme betingelser for vandstrømningsmængde og omdrejningshastighed. Den såkaldte masseoverførselskoeeficient K_La blev beregnet under brug af ligningen:

$$K_La = \frac{Q}{V} \ln \frac{C_{el} - C_1}{C_{el} - C_2}$$

hvor K_L = masseoverførselskoeeficienten for væskefilmreguleret masseoverførsel (m.sek.$^{-1}$).

Q = volumetrisk vandstrømmængde for vand (m^3/sek.$^{-1}$),
V = volumen optaget af det permeable element (m^3),
C_1 = oxygenkoncentration i chargeringsvandet,
C_2 = oxygenkoncentration i afgangsvandet,
C_{el} = oxygen-ligevægtskonmcentrationen i vand ved omgivelsestemperatur,
a = det indre grænsefladeareal for det permeable element (m^2/m^3).

Resultaterne er givet i tabel 1, hvoraf det kan ses, at en forøgelse af det permeable elements porevolumen ved enhver given middelacceleration forøger den volumetriske masseoverførselskoefficient K_La, og at en forøgelse af middelaccelerationen forøger den volumetriske masseoverførselskoefficient.

Tabel 1

Volumetriske masseroverførselskoefficienter for vand/oxygen-systemer			
Omdrejningshastighed, omdr./min.	Middelacceleration, (m.sek.$^{-2}$)	Volumetrisk masseoverførselskoefficient (sek.$^{-1}$)	
		Glasperler	Knitmesh
2.850	6.397	1,45	1,95
3.350	8.839	2,30	3,55

Eksempel 2

Et andet ringformet, permeabelt element med en indre radius på 4,75 cm, en ydre radius på 9 cm og en dybde på 2,54 cm, fremstillet af "Retimet 45" (grænsefladeareal 2.400 m^2/m^3, porevolumen 96%) blev monteret i en hul skive, som illustreret i fig. 1 og 2. Skiven blev roteret ved 1.450 omdr./min., medens deoxygeneret vand i en mængde på 16,7 x 10^{-5} $m^3 sek.^{-1}$ blev tilført til den hule skive for at strømme radialt udad gennem porerne af "Retimet 45", og atmosfærisk luft ved en strømningshastighed på 16,7 x 10^{-4} m^3 $sek.^{-1}$ blev leveret til den hule skive for at strømme radialt indad. Oxygenkoncentrationen i vand, tilfører til og udledt fra den hule skive, blev målt under brug af en sonde for opløst oxygen. Den volumetriske masseoverførselskoefficient K_La blev beregnet under brug af ligningen nævnt i eksempel 1. Yderligre gennemløb blev foretaget ved at forøge omdrejningshastighederne, og resultaterne fremgår af tabel 2.

Tabel 2

Volumetriske masseoverførselskoeeficienter kontra middelacceleration		
Omdrejnings-hastighed, omdr./min.	Middel-acceleration, ($m.sek.^{-2}$)	Volumetrisk masseoverfør-selskoefficient K_La ($sek.^{-1}$)
1.450	1.660	1.040
2.200	3.820	1.070
2.550	5.133	1.070
2.950	6.869	1.135
3.350	8.858	1.730

Af tabel 2 kan det ses, at når middelaccelerationen forøges fra ca. 5.000 $m.sek.^{-2}$, er der en markeret forøgelse i den volumetriske masseoverførselskoefficient.

Eksempel 3

Et ringformet, permeabelt element med en indre radius på 4,8 cm og en ydre radius på 9,2 cm og en dybde på 2,54 cm blev fremstillet af et sammenknyttet bånd af glasfibre ("Knitmesh 9048"); indre grænsefladeareal 1.000 m^2/m^3; porevolumen 95% blev monteret i en hul skive, som illustreret i fig. 1 og 2. Skiven blev roteret ved en hastighed på 1.000 omdr./min., medens deoxygeneret vand ved en strømningsmængde på 8,3 x $10^{-5}m^3$ $sek.^{-1}$ blev tilført til den hule skive for at strømme radialt udad gennem porerne i glasfiberbåndet, og atmosfærisk luft med strømmængde på 8,3 x 10^{-4} $m^3sek.^{-1}$ blev tilført til den hule skive for at strømme radialt indad. Oxygenkoncentrationen i vand, tilført til og udledt fra den hule skive, blev målt under brug af en sonde for opløst oxygen. Den volumetriske masseoverførselskoefficient K_La blev beregnet under brug af ligningen fra eksemepl 1. Et yderligere gennemløb blev udført under brug af en omdrejningshastighed på 1.500 omdr./min.

For sammenligning blev de ovenfor nævnte gennemløb gentaget under brug af et ringformet element, formet ud fra glasperler med en diameter på 4 mm (grænsefladeareal 900 m^2/m^3; porevolumen 38%).

Resultaterne fremgår af tabel 3, hvoraf det kan ses, at for permeable elementer, formet ud fra de samme materialer og med tilnærmelsesvis de samme grænsefladearealer, har et permeabelt element, der har et stor porevolumen og indbefatter strenge, fibre, fibriller eller filamenter, en større masseoverførselskoefficient.

Tabel 3

Omdrejningshastighed, pr. minut	Middelacceleration (m.sek.$^{-2}$)	Volumetrisk masseoverførselskoefficient K_La	
		4 mm glasperler	Glasfiberbånd
1.000	768	0.452	0,542
1.500	1.727	0,626	0,703

Eksempel 4

Et ringformet, permeabelt element med en indre radius på 4,5 cm, en ydre radius på 9,2 cm, en dybde på 2,54 cm (indre graænsefladeareal på ca. 350 m^2/m^3 og et porevolumen på 98%) blev formet ud fra et bånd, strikket eller knyttet af rustfrit stålmonofilament med en diameter på 120 mikron og blev monteret i en hul skive, som vist i fig. 1 og 2. Skiven blev roteret ved 2.000 omdr./min., medens deoxygeneret vand i en mængde på 8,33 x 10^{-5} m^3 sek.$^{-1}$, og atmosfærisk luft i en mængde på 8,33 x 10^{-4} m^3 sek.$^{-1}$ blev tilført til det permeable element, som angivet i eksempel 1. Oxygenkoncentrationen i tilførsels- og afgangsvandet blev målt som i eksempel 1, og den volumetriske masseoverførselskoefficient blev beregnet under brug af formlen, som er vist i eksempel 1.

I sammenlignende forsøg blev der bentytet permeable elementer med de nævnte radier, dybder og grænsefladearealer, formet ud fra bånd, strikket eller knyttet ud fra rustfrit stålmonofilament med en diameter på 150 henholdsvis 250 µm. Resultaterne ses i tabel 4, hvoraf det ses, at det roterbare masseoverførselsapparat, hvori det permeable element indbefatter filamenter med en diameter på mindre end 150 µm, giver en større masseoverførselskoefficient end et roterbart masseoverførselsapparat, hvori det permeable element omfatter filamenter med en diameter, der er lig med eller større end 150 µm.

Tabel 4

Variation af volumetrisk masseoverførselskoefficient med filament-diameter	
Filament-diameter (µm)	Volumetrisk masseoverførselskoefficient (sek.$^{-1}$)
120	0,622
150	0,406
250	0,412

Eksempel 5

Eksempel 4 blev gentaget under brug af et ringformet, permeabelt element med en indre radius på 4,5 cm, en ydre radius på 9,2 cm og en dybde på 1,27 cm og fremstillet af "Retimet 80", med et indre grænsefladeareal på 5.600 m^2/m^3, og en ækvivalent diameter for strengene 80 µm. Den volumetriske masseoverførselskoefficient blev fundet til at være 1,503 sek.$^{-1}$.

Eksempel 6

Eksempel 5 blev gentaget under brug af et ringformet, permeabelt element, fremstillet af "Retimet 45", indre grænsefladea-

real 2.400 m^2/m^3, ækvivalent diameter for strengene 160 µm. Den volumetriske masseoverførselskoefficient blev fundet til at vfære 0,795 sek.$^{-1}$.

P a t e n t k r a v.

1. Apparat til overføring af en masse mellem to fluidumfaser, hvoraf mindst den første er en væske, hvilket apparat omfatter et permeabelt element, der (a) tillader fluidumene at strømme gennem dets porer, idet porernes vægflader danner en snoet og i det væsentlige kontinuerlig vej, ad hvilken fluidumerne kan strømme, og (b) er roterbart om en akse for at give fluidumerne en middelacceleration på mindst 150 m.sek.$^{-2}$, når de strømmer gennem porerne, idet det første fluidum strømmer væk fra aksen og hvor der er anbragt organer for tilførsel af fluidumerne til det permeable element og organer til at bortlede i det mindste det ene fluidum eller et derivat af dette fra det permeable element, k e n d e t e g n e t ved, at det permeable element har et porevolumen på mindst 90% og omfatter strenge, fibre, fibriller eller filamenter.

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at det permeable element har et indre grænsefladeareal på mindst 350 m^2/m^3.

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at porevolumenet er mindst 93%.

4. Apparat ifølge krav 1, 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at strengene, fibrene, fibrillerne eller filamenterne, har en ækvivalent diameter på mindre end 150 µm.

5. Apparat ifølge krav 2, 3 eller 4, k e n d e t e g n e t ved, at det permeable element har et indre grænsefladeareal på mindst 1.500 m^2/m^3.

6. Apparat ifølge et af krvene 1 til 5, k e n d e t e g n e t ved, at strengene, fibrene, fibrillerne eller filamenterne er

mekanisk bundet til hinanden, limet til hinanden eller punktsvejset til hinanden.

7. Apparat ifølge kav 6, k e n d e t e g n e t ved, at strengene, fibrene, fibrillerne eller filamenterne er vævet eller strikket eller knyttet sammen.

8. Apparat ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at strengene, fibrene, fibrillerne eller filamenterne er punktvis bundet til hinanden og i form af et metalskeletskum.

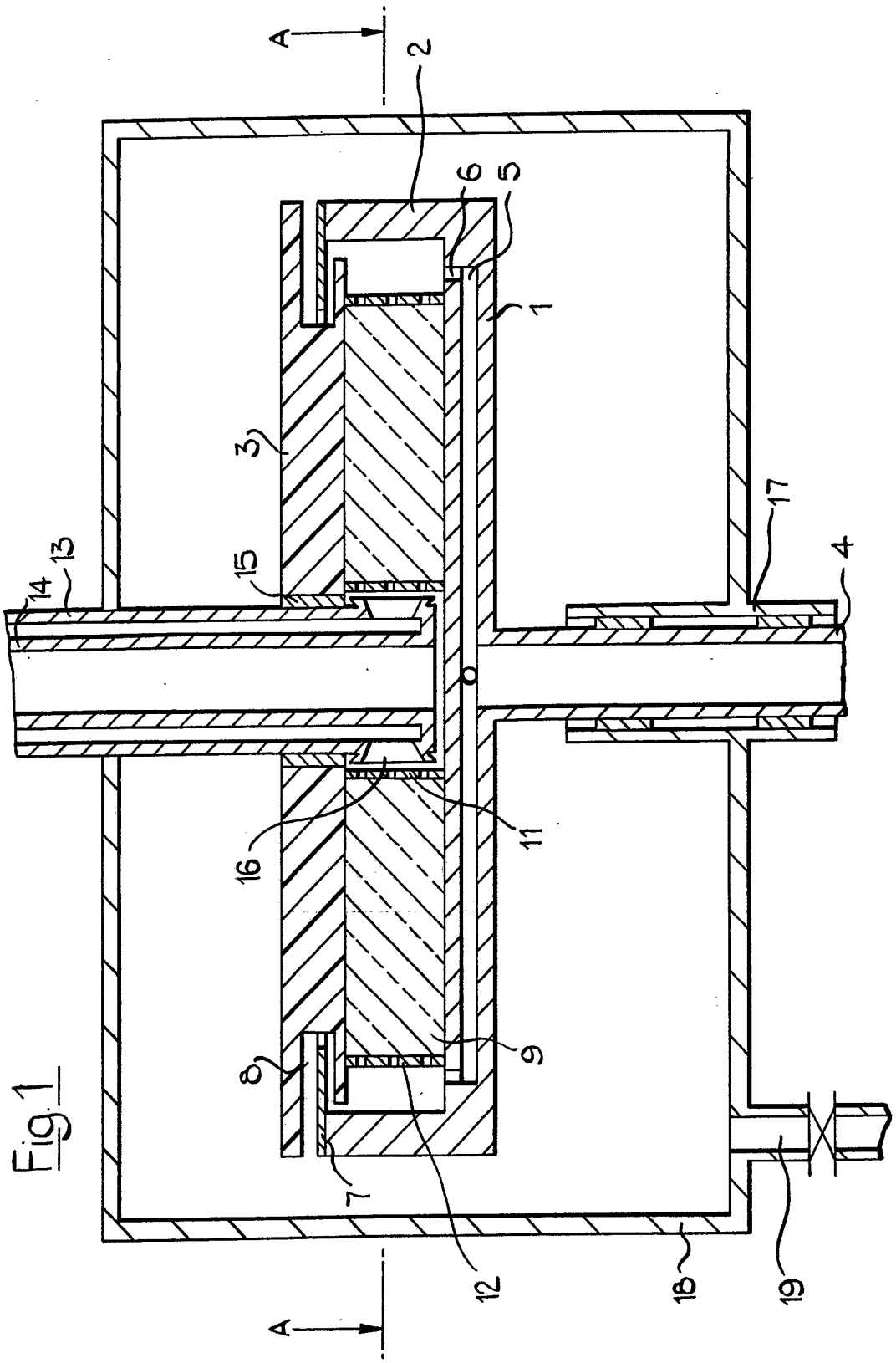


Fig. 1

Fig. 2

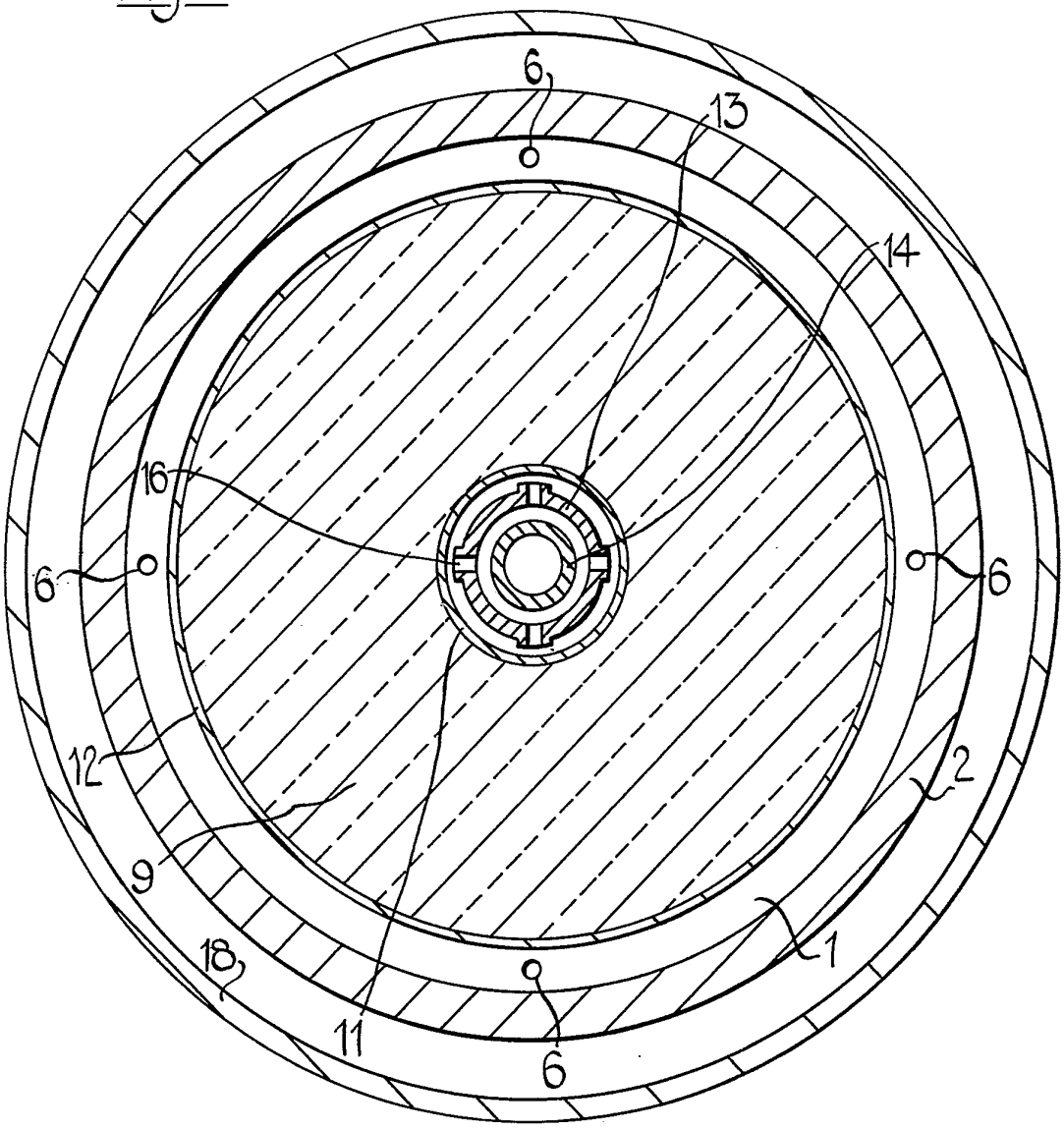


Fig. 3

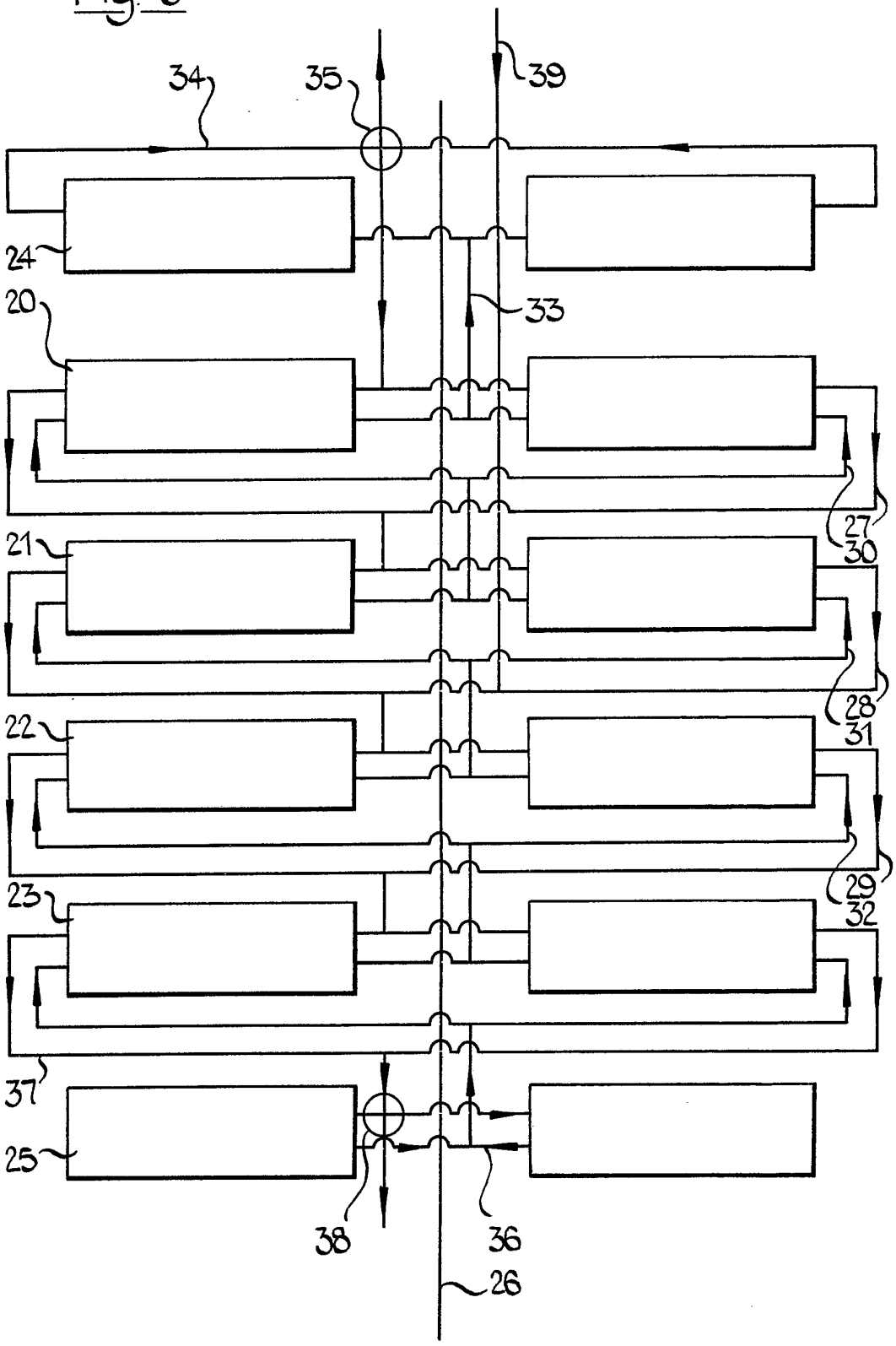


Fig. 4

